CHRISTIAN GELLERT

aprenda Grabadores en 15 días

un método ideal de autoenseñanza sin matemáticas

casi leyendo de corrido Ud. llegará a dominar los misterios de los

GRABADORES DE CINTA MAGNETICA

EDITORIAL NEO TECNICA


CASA MARIO S.A.
LIBRERIA PAPELERIA
J. B. ALBERDI 6694
T. E. 687-3320
687-4364-3131



APRENDA GRÁBADORES EN 15 DIAS

CHRISTIAN GELLERT
con la dirección técnica del
ING. FRANCISCO L. SINGER

APRENDA GRABADORES EN 15 DIAS

SEGUNDA EDICION



ARENALES 1258 BUENOS AIRES

Primera edición : 1979

ISBN : 950-9119-11-3

Queda hecho el depósito que marca la Ley Nº 11.723

IMPRESO EN LA ARGENTINA PRINTED IN ARGENTINA

Día 1

En el presente libro encararemos un tema que está vinculado a la física, tal como los otros tomos de la colección que éste integra, y específicamente deriva de dos ramas de esa ciencia, el magnetismo y la electrónica. Uno de tales tomos existentes, el **Aprenda Hi-Fi y Estereo en 15 días** *trata sobre la reproducción del sonido que está registrado en diversas fuentes, pero en el mismo no se pudo incluir más que como una somera referencia el tema de la grabación magnética del sonido, por razones de espacio, ya que como es sabido los grabadores a cinta magnética se han difundido tanto en los últimos tiempos que requieren un tratamiento aparte. En efecto, la teoría del funcionamiento, los diversos circuitos internos, los procedimientos de grabación y reproducción, la compatibilidad con otros equipos para sonido, las diferencias de calidad y tecnología entre los existentes según el uso a que se destinan y otros factores requieren un desarrollo exhaustivo del temario que ocupará todo el presente tomo sin posibilidades de dar cabida a otros temas, aunque tengan conexión. Entonces debemos hacer algunas advertencias previas al lector y es que suponemos conocidas las teorías sobre la electricidad y el magnetismo, tratadas en* **Aprenda Electricidad en 15 días,** *si bien haremos un repaso de las mismas; asimismo tenemos que contar con conocimientos previos sobre válvulas, transistores y sus circuitos, temas que se encuentran desarrollados en otros tomos de la colección a que pertenece el presente libro. Y, finalmente, la revisión y reparación de los grabadores será tratada pero contando con la metodización desarrollada en* **Aprenda Service-Transistor en 15 días,** *dedicado íntegramente a ese problema. Y ahora que hemos echado las cartas sobre la mesa, comencemos el juego con la primera jornada.*

ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

La grabación y reproducción del sonido es un entretenimiento para el hombre que presenta diversos matices y que ha evolucionado en forma notable en los últimos años. Desde el magnetófono de Edison se llegó a las placas o discos actuales que han alcanzado una perfección notable, pero a medida que progresaba la técnica se fue alejando para el usuario de los discos la posibilidad de grabarlos y entonces tenemos solamente un sistema de reproducción del sonido. Mucho después de la difusión de los discos y sus sistemas captores y equipos amplificadores anexos, apareció la idea de grabar el sonido en un elemento enrollable, algo así como un alambre o una cinta, y así se trabajó al principio en la grabación magnética. Pero en este caso no se quiso perder la posibilidad de grabar y reproducir con el mismo equipo, es decir lograr la reversibilidad del proceso y ello se consiguió ampliamente; los equipos grabadores de cinta actuales permiten grabar sonido de cualquier fuente previa conversión del mismo en señal eléctrica, y reproducirlo después para obtener nuevamente el sonido original. También podemos borrar total o parcialmente una cinta para insertar un nuevo trozo musical o usarla totalmente para otros programas y asimismo se puede asistir a una conferencia o un concierto con un grabador portátil y grabar en nuestra butaca lo que oímos y después reproducirlo cuando nos plazca.

Este panorama que hemos esbozado rápidamente nos habla de un desarrollo extenso del tema y siempre tal cosa requiere un principio, el que debe ser lógicamente básico. Y desde que la esencia fundamental del grabador de cinta es un fenómeno electromagnético, tenemos que entrar en el tema con una revisión de los principios de la electricidad y el magnetismo que nos serán necesarios para comprender el funcionamiento del grabador

Tal revisión será resumida, ya que no podemos dedicarle más de una jornada, pero pretendemos explicar cómo se puede fijar sonido en una cinta y luego extraerlo aprovechando tales fenómenos electromagnéticos.

El átomo electrizado

De acuerdo con las actuales teorías sobre la electricidad, se sabe que todos los cuerpos, sean sólidos, líquidos o gases,están formados por infinidad de diminutos corpúsculos llamados *átomos*, que están muy separados unos de otros, pero sometidos a fuerzas de atracción entre ellos, las cuales constituyen la *cohesión*. Según el grado de cohesión un cuerpo es sólido y mantiene su forma, a menor cohesión se desparrama y ocupa un recipiente presentando una superficie horizontal en su nivel máximo y es un líquido,o a cohesión nula se presenta una *expansión* y se tienen los gases que aumentan de volúmen hasta que algo los contenga. Los diferentes comportamientos se deben a las distintas clases de átomos y entonces debemos considerarlos en su estructura íntima.

Un átomo es un sistema planetario minúsculo con un astro central y una cierta cantidad de corpúsculos que giran en su derredor según órbitas, tal como lo muestra la figura 1. Estos electrones son la carga eléctrica más elemental y se le asigna la polaridad *negativa*. El cuerpo central es el núcleo y consiste en un aglomerado de partículas, como cargas eléctricas positivas, negativas, neutras y otras. En condiciones de equilibrio hay en el núcleo tantas cargas positivas libres como electrones se encuentren girando en órbitas; las otras cargas positivas que haya están neutralizadas por cargas negativas o electrones incrustados en dicho núcleo. Otras partículas existentes o no en los átomos son de gran interés científico pero no para nuestro tema.

El átomo representado en la figura 1 tiene tres electrones libres y entonces es del metal llamado *litio* y con esto queremos advertir que cada cuerpo de la naturaleza tiene distinta cantidad de electrones libres, comenzando por el hidrógeno, que tiene uno y terminando por ahora con el *laurencio* que tiene 103, pero se continúan descubriendo nuevos cuerpos simples.

Hablamos antes de las condiciones de equilibrio del átomo y es cuando los electrones libres igualan a las cargas positivas libres del núcleo. Si por cualquier medio un electrón salta de su órbita se desplaza rápidamente por el cuerpo y al romperse el equilibrio se produce lo que se llama *electrización* del cuerpo; al perder una carga negativa el átomo queda cargado positivamente y el electrón viajero es de por sí una carga negativa. El

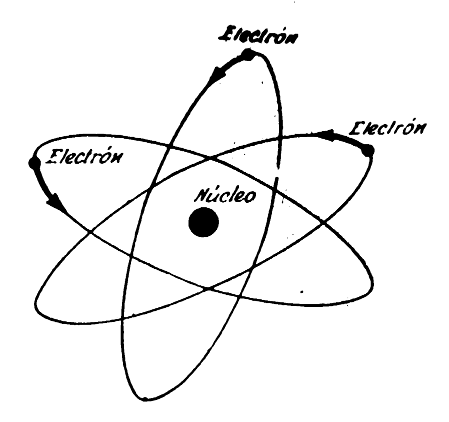


Fig. 1. Estructura atómica de un cuerpo, en este caso el litio, para mostrar el núcleo y los electrones orbitales.

fenómeno no se produce en un solo átomo sino en muchos y entonces el cuerpo queda electrizado. Y aquí viene una importante diferenciación en el comportamiento de ese cuerpo.

Hay cuerpos que dejan circular por su masa con mayor o menor facilidad las cargas eléctricas y se llaman *conductores* de la electricidad; son los metales en general y algunos otros cuerpos. Otros no permiten la circulación de cargas eléctricas y se llaman *aisladores* como son la goma, las maderas secas, los plásticos, etc. Por ello se hacen conductores de metal para la electricidad, especialmente el cobre, y se envuelven los cables con materiales aislantes para que las cargas no se vayan por las superficies de apoyo de los cables, como los caños u otros cuerpos.

La alteración del equilibrio atómico para que se produzca la electrización puede provocarse por varios métodos, entre los que podemos mencionar los químicos, ya que todos conocemos las pilas y los acumuladores, los térmicos, que es el procedimiento empleado en las válvulas electrónicas para emitir electrones desde un metal incandescente, y fundamentalmente los procesos electromagnéticos que son los empleados en los generadores eléctricos de las usinas o de los vehículos para su propia iluminación y otros fines. No es el objeto de este libro hablar de la generación de electricidad pero sí necesitamos conocer algo de la corriente eléctrica o sea la circulación de cargas eléctricas por los cuerpos conductores y otras particularidades respecto de la misma; entremos en ese tema.

La corriente eléctrica

Hablando del fenómeno electricidad hay que distinguir dos cosas fundamentales: una es la elec-

trización de un cuerpo, que es un hecho local y otra es la circulación de cargas eléctricas, que es una carrera desenfrenada a través de los cuerpos conductores. Baste decir que esa velocidad es del orden de los 300.000 kilómetros por segundo, lo que equivale a dar 7 vueltas y media al globo terráqueo en un segundo, para justificar el adjetivo que empleamos.

Ahora bien, cuando se habla de circulación de algo lo primero que se nos ocurre es determinar la cantidad de cosa circulante. Un líquido que corre por una cañería tiene un caudal determinado que se mide en litros por segundo; el tránsito por una ruta se mide en vehículos por hora y así la circulación de cargas eléctricas, a lo que se llama *corriente eléctrica*, se mide por la cantidad de cargas elementales, electrones, que pasan en un segundo. Pero ocurre que esa cantidad es muy grande, enormemente grande y se tomó como unidad la equivalente a 6,29 trillones de electrones. Cada 6,29 trillones de electrones que pasan por un cable en un segundo dan la unidad de la *intensidad* de la corriente eléctrica que se llama *Amper*. Aquí cabe un alto en la lectura para meditar sobre la magnitud de la avalancha de pequeños corpúsculos que corren por los cables cuando encendemos una luz, usamos la afeitadora o conectamos un aparato electrónico cualquiera...

En los ejemplos dados para estimar la intensidad de circulación hablamos de los vehículos en una ruta, pero ellos llevan su motor que los hace circular. El agua en la cañería necesita una acción para que circule y entonces colocamos un depósito más elevado que la canilla por donde debe salir el agua; decimos que el agua corre por el caño debido a la presión que la impulsa y esa presión se mide por la diferencia de altura mencionada. En el caso de la electricidad, para que circulen cargas o sea para que haya corriente eléctrica necesitamos también una especie de presión que no es de altura sino de desequilibrio de fuerzas eléctricas que produce un método físico como la química, el calor o el electromagnetismo, ya mencionados. Esa suerte de presión que hace circular las cargas se llama *tensión* y se la mide en *Volt*; entonces una tensión de 10 Volt hace circular por un cuerpo una corriente, por ejemplo, de 2 Amper y si aumentamos la tensión a 20 Volt circulará una corriente de 4 Amper, puesto que hay proporcionalidad entre ambas cosas si nos referimos a un mismo cuerpo de circulación.

Los cuerpos conductores no lo son en absoluto, según ya lo dijimos y precisamente se ha adoptado el sistema de hablar de la resistencia que ofrecen a la circulación asignándole el carácter de una *resistencia eléctrica*. Bien, esa resistencia se mide en cifras, las que se obtienen dividiendo simplemente la tensión por la intensidad. En el ejemplo anterior teníamos que una tensión de 10 Volt hacía circular por un cuerpo una corriente de 2 Amper de intensidad; dividiendo nos resulta que tal cuerpo tiene una resistencia eléctrica de 5 *Ohm*. Obsérvese que ya hemos dado el nombre de la unidad de resistencia eléctrica: el Ohm.

Es común que se usen en la práctica múltiplos y submúltiplos de las unidades de medida de las tres magnitudes descriptas hasta ahora y así la intensidad de corriente se puede medir en miliamper, la milésima parte del Amper, o en microamper, la millonésima parte del Amper; la tensión eléctrica se puede medir en milivolt y en microvolt, que son la milésima y la millonésima parte del Volt, respectivamente. Lo mismo la resistencia eléctrica se puede medir en Megohm (1 millón de Ohm) o en Kilohm (mil Ohm). En otras actividades de la industria eléctrica se usan otros múltiplos o submúltiplos de las unidades mencionadas, pero nosotros no las necesitaremos en este libro, de manera que nos conformaremos con la mención realizada.

El fenómeno magnético

Si la electrización de los cuerpos es un fenómeno interesante, hay otro que no le va en zaga en cuanto a su particularidad e importancia para nuestro tema; es el fenómeno magnético ya conocido seguramente por los lectores. El hecho se originó por comprobarse casualmente que cierto mineral de hierro tenía la propiedad de atraer limaduras de ese metal o sea que ejercía fuerzas de atracción sobre las partículas. El mineral era óxido salino de hierro y se le dio el nombre de *imán* o también *magnetita* ya que al fenómeno se lo llamó *magnetismo*. Pero pronto se descubrió también que si se cortaban dos barras de imán y se acercaban sus puntas, se ejercían sobre ellas fuerzas de atracción o de repulsión, según cuales extremos se arrimaban. Y así surgió la idea de llamar a esos extremos *norte* y *sud*, todo ello vinculado al hecho de que el globo terráqueo presentaba fenómenos magnéticos y que los dos polos de la tierra tenían propiedades iguales a las de los extremos de las barras de los imanes; así surgió la *brújula*, que es una pequeña aguja imanada, sobre un eje, uno de cuyos extremos señala siempre hacia el polo norte de la tierra y el otro hacia el polo sur. El hecho se justifica porque la tierra es un enorme imán y la brújula es otro y entonces se produce la atracción entre polos distintos y la repulsión entre polos iguales.

Hay muchos fenómenos interesantes que se pueden realizar con principios magnéticos pero

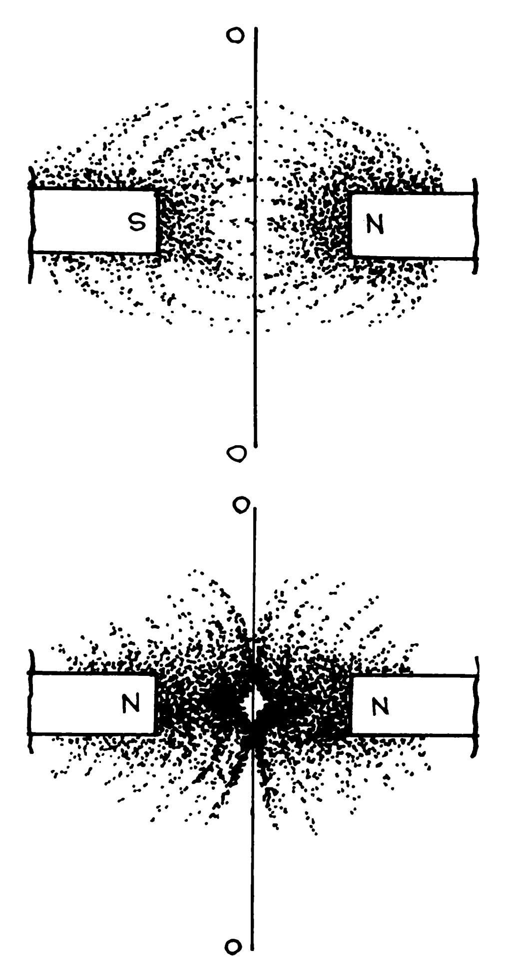


Fig. 2 – Forma de visualizar el campo magnético de los imanes mediante limaduras de hierro esparcidas sobre un papel sobre aquellos.

nos resultará útil mencionar uno que ilustra la figura 2. Se toman dos barras de imán y se las coloca a cierta distancia, tapándolas con un trozo de papel sobre el que se esparcen limaduras de hierro. Si los polos enfrentados son de distinto nombre o signo, grabado superior, las limaduras se alínean formando curvas que convergen hacia la línea central y si los polos arrimados son coincidentes las curvas que se forman divergen con respecto a ese eje vertical. Tal comprobación permitió representar al fenómeno magnético definiendo a un campo o zona de fuerzas que se pueden dibujar como saliendo de un polo norte y dirigiéndose a un polo sur. Si se encuentran líneas de fuerza de dos campos opuestos se produce el rechazo entre ellas, como se ve en la parte inferior de la figura 2, pero si las líneas son coincidentes en su acción se integran en un mismo campo, tal como lo vemos en el grabado superior de la misma figura.

Ahora cabe dar una versión más moderna del fenómeno magnético para vincularlo con el eléctrico antes tratado. Recordemos el átomo como sistema planetario que vimos en la figura 1. Las órbitas estaban caprichosamente distribuídas, lo que da al conjunto una apariencia esférica. Pero ocurre que algunso cuerpos como el hierro, el níquel, el cobalto y minerales derivados de ellos o de otros metales presentan estructuras atómicas como las que muestra la figura 3 o sea que las órbitas parecieran ubicarse en zonas ecuatoriales. Si imaginamos esas órbitas recorridas por electrones girando, tenemos una especie de trompo con un eje que en la figura es vertical. También podemos dar un eje a cada órbita y tenemos los ejes de trazos y el eje de línea llena resulta ser algo así como un promedio o una resultante de los dos ejes punteados. A esos ejes les hemos puesto letras N que es la inicial de norte y ya veremos el porqué.

Veamos lo que ocurre y luego sacaremos conclusiones. Si se sumerge en un campo magnético un cuerpo, supongamos un metal, cuya estructura atómica sea como la de la figura 1, no ocurre nada de interés pero si sumergimos en tal campo un metal con estructura de trompo como la de la figura 3 el cuerpo se magnetiza, es decir se transforma en un imán mientras está dentro del campo; inclusive algunos cuerpos quedan imanados cuando se los retira del campo magnético. Para visualizar mejor el fenómeno acudamos a la figura 4 que

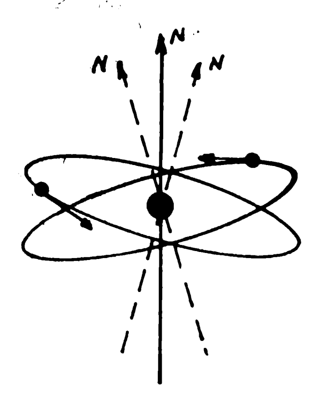


Fig. 3. Estructura atómica particular de algunos cuerpos que presentan la propiedad de ser magnetizables.

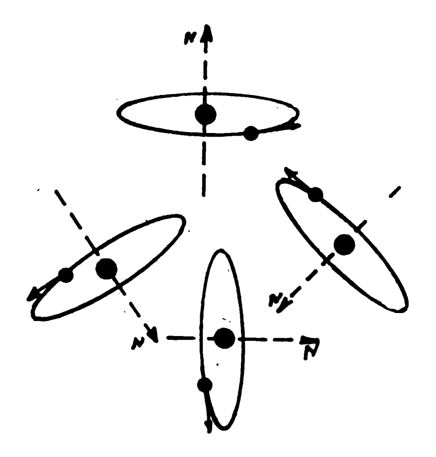


Fig. 4. – Los átomos del cuerpo magnetizable están desorientados antes del proceso de la magnetización.

muestra un grupo de átomos del tipo trompo en posiciones caprichosas, con sus ejes apuntando en direcciones erráticas. Al sumergir el cuerpo en el campo magnético los ejes se orientan todos en una dirección única como se ve en la figura 5. Surge entonces que los fenómenos eléctricos y magnéticos están vinculados entre sí y que el electrón, además de su carga eléctrica, tiene propiedades magnéticas. Esto se dedujo cuando se descubrió que el electrón, además de su movimiento orbital alrededor del núcleo, tenía un movimiento circular alrededor de su propio eje, a lo que se dio el nombre de *spin* del electrón. Pasa exactamente como en los sistemas planetarios, donde

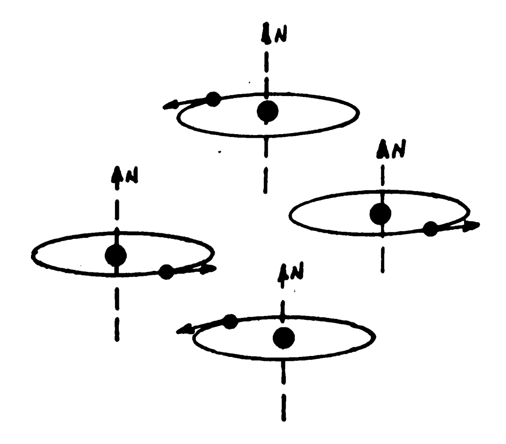


Fig. 5. – Producida la magnetización los átomos tienen los ejes orbitales todos orientados en el mismo sentido.

nuestro globo terráqueo, además de girar en una órbita alrededor del sol tiene un movimiento de rotación sobre su eje. Ese giro le da a la tierra propiedades magnéticas y se forma el imán con los dos polos de que hablamos. En los cuerpos del tipo de la figura 1 el electrón también tiene propiedades magnéticas pero las ubicaciones de las órbitas hacen que se neutralice con respecto a fenómenos externos, mientras que en los cuerpos del tipo de la figura 3 es fácil producir magnetismo acumulado en muchos átomos y lograr efectos externos como el de la magnetización temporaria o permanente de todo el cuerpo.

Electromagnetismo

La vinculación entre los fenómenos eléctricos y magnéticos había quedado demostrada antes de fijar las teorías modernas de la magnetización, pues diversos experimentos así lo permitieron. La

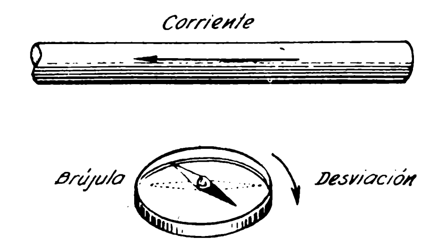


Fig. 6. – La acción magnética de la electricidad se comprueba acercando una brújula a un cable recorrido por corriente eléctrica.

figura 6 nos muestra el más conocido y elemental de ellos: si se acerca un cable por el que circula corriente eléctrica a una brújula, se produce una desviación de la aguja imanada, cosa que prueba que en el entorno del cable se forma un campo magnético. Si en lugar de un cable extendido tomamos uno arrollado en forma de bobina y hacemos pasar por la misma una corriente eléctrica según se indica en la figura 7, y acercamos una brújula a uno y a otro extremo de la bobina notaremos que la desviación de la brújula es distinta según cual extremo se tome; cuando la brújula se acerca al extremo izquierdo de la bobina, al que le hemos puesto la letra *N* de norte y luego veremos el porqué, la aguja se desvía alejándose de la bobina, ya que ese extremo negro es el polo norte de la brújula y polos iguales se rechazan. Cuando acercamos la brújula al extremo *S* o sea al sur de la bobina el polo norte de la brújula se acerca a la bobina, pues polos distintos se atraen.

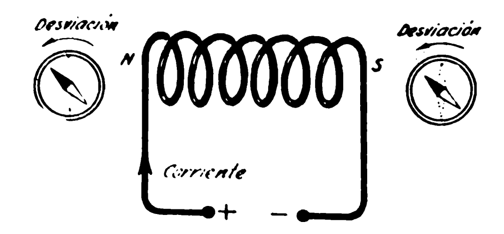


Fig. 7. – Una bobina presenta polos magnéticos en sus extremos, tal como si fuera un imán natural.

Es evidente que si un cable recorrido por corriente ocasiona fenómenos magnéticos en su entorno, si se arrolla el cable en forma de bobina tales fenómenos se concentran y se forma un campo magnético como el de la figura 2 superior, cuyas líneas de fuerza se distribuyen admitiendo un eje longitudinal, tal como lo muestra la figura 8. Falta saber ahora en cuál extremo de la bobina se forma el polo norte de lo que podemos ya llamar *electroimán.* Para ello hay una regla práctica que mostramos en la figura 9 y que se llama *regla del tirabuzón.* Si observamos que alimentamos la bobina con una pila, la corriente circula desde el polo positivo hacia el negativo según lo marcan las flechas. Si hacemos girar un tirabuzón imaginario en el sentido de las flechas de la corriente, el mismo avanzará hacia la izquierda y entonces ese extremo de la bobina es el norte. Obsérvese que no interesa hacia que extremo de la bobina avanza la corriente sino únicamente el sentido en que gira alrededor del eje de la bobina; precisamente en la figura 8 hemos puesto de intento que la corriente avance hacia la derecha y eso no influye en que tengamos el norte magnético a la izquierda.

Recordemos ahora las figuras 3, 4 y 5 en las que habíamos puesto ejes perpendiculares a las órbitas

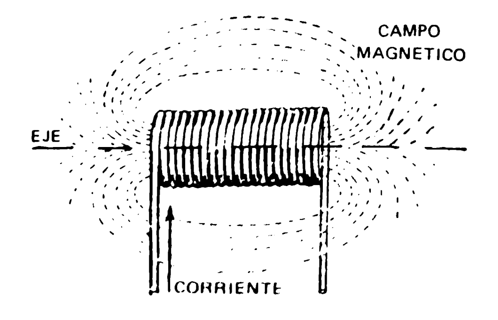


Fig. 8. El campo magnético que forma la bobina recorrida por corriente tiene sus líneas de fuerza del tipo que vimos en la figura 2.

electrónicas y en cuyos extremos indicábamos letras *N* que significan polos norte. Si aplicamos la regla del tirabuzón a las órbitas el mismo avanza de tal manera que sale hacia esos extremos marcados *N* y entonces justificamos ahora ese anticipo que hicimos de la polaridad magnética atómica. Entonces, una barra de hierro imanada presentará una estructura atómica como la que muestra la figura 10, con los trompos orbitales todos orientados hacia un extremo y los ejes atómicos quedarán alineados con el eje de la barra.

Y ahora, tal como lo hicimos con los fenómenos eléctricos, hablemos de unidades: El campo magnético es una visualización del fenómeno y podemos imaginarlo formado por líneas en el espacio, tal como si estuvieran constituídas por alineación de minúsculas partículas, lo cual puede relacionarse con el experimento mostrado en la figura 2. Si imaginamos que podemos contar las líneas que atraviesan un cuadradito de un centímetro

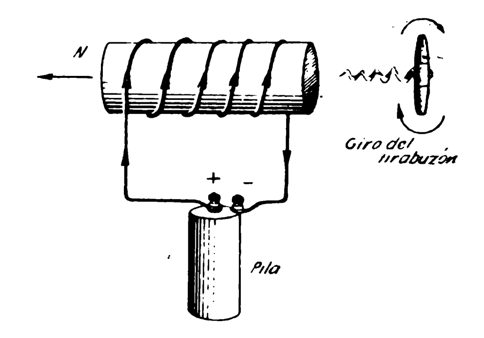


Fig. 9. La regla práctica del tirabuzón permite determinar la polaridad magnética del campo que forma la bobina

tro cuadrado colocado transversalmente a las líneas, la cantidad de líneas que lo atraviesa mide numéricamente la intensidad del campo magnético. Tal cantidad recibe un nombre que es *Gauss,* o sea que la intensidad del campo magnético se mide en Gauss, y 1 Gauss es una línea de fuerza por cada centímetro cuadrado. La cantidad total de líneas de fuerza de un campo se encuentra multiplicando la intensidad anterior por la superficie transversal abarcada por ese campo; a ello se lo llama *flujo magnético* y se lo da en la unidad *Maxwell.* Sigamos: los fenómenos magnéticos se desarrollan debido a las fuerzas de atracción y repulsión tal como la circulación de la corriente eléctrica se debía a la tensión o presión eléctrica. En el campo magnético existe también una fuerza que se llama *magnetomotriz* y cuya unidad es el

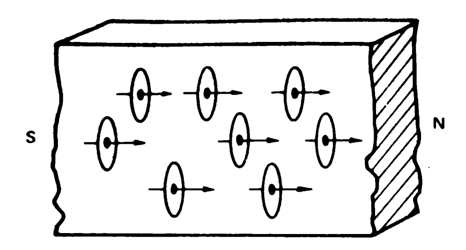


Fig. 10. – La barra de hierro magnetizada tiene sus átomos orientados a lo largo de su eje, según el principio de las figuras 4 y 5.

Gilbert. Esta fuerza produce en la masa del cuerpo magnetizable una cierta imanación o densidad magnética según la resistencia que oponga tal substancia al fenómeno. Para diferenciarla de la resistencia eléctrica se la llama *reluctancia magnética* y se la mide en *Oersted.* Obsérvese que los nombres de las unidades tanto eléctricas como magnéticas derivan de los apellidos de los grandes físicos que en el pasado investigaron todos estos fenómenos.

Pongamos un ejemplo simple para familiarizarnos con estas unidades. Si un campo magnético está formado por un dispositivo magnetizador cuya bobina produce una fuerza magnetomotriz de 20 Gilbert y se lo aplica a una barra metálica cuya reluctancia es de 5 Oersted, el campo magnético que se formará en la barra tendrá una intensidad de: $20 \div 5 = 4$ Gauss o sea 4 líneas por centímetro cuadrado, ya que para encontrar lo que buscábamos basta dividir la f.m.m. por la reluctancia.

Comportamiento de las substancias.

Cuando hablamos de magnetizar un cuerpo tomamos como ejemplo típico el hierro por ser el más conocido y a la vez el más usado para esos fines. Todo cuerpo que presente las propiedades básicas de la figura 3 se llama *ferromagnético* o, para generalizar, *paramagnético.* Son cuerpos que sumergidos en el campo magnético se magnetizan o sea sufren una orientación de sus átomos que de las posiciones que tenían según la figura 4 pasan a las de la figura 5. Quitándolos del campo, algunos conservan el estado de magnetización en mayor o menor grado, otros no y esto será tratado más adelante.

Los cuerpos que son indiferentes, es decir los del tipo cuyos átomos responden al gráfico de la figura 1 son llamados *no magnéticos* y en general son todos los metaloides, los líquidos y gases. etc. Estos cuerpos carecen de interés para la mención que estamos haciendo. Pero hay un grupo de cuerpos, como el bronce y el bismuto, que colocados en un campo magnético lo debilitan, como si se opusieran enérgicamente al paso de las líneas de fuerza; se los llama *diamagnéticos.* Pero siempre aparecen cosas curiosas: algunas substancias diamagnéticas, mezcladas con metales no magnéticos o con paramagnéticos les hacen cambiar de actitud ante un campo magnético y se obtienen excelentes paramagnéticos. Otras veces se mezclan dos cuerpos paramagnéticos para mejorar su aptitud, sea para reducir la reluctancia magnética o para aumentar la retentividad de la magnetización al sacarlos del campo que los imanó.

Como se ve hay curiosas propiedades en los cuerpos ante los fenómenos eléctricos y magnéticos, pero debe aclararse que ese comportamiento puede ser de un tipo para la electrización y de otro para la magnetización; por ejemplo, el cobre es el mejor conductor eléctrico y en cuanto al magnetismo, es no magnético.

Ha quedado por considerar un detalle muy importante de la magnetización de un cuerpo paramagnético, desde que para esta operación descartamos los otros tipos. Se trata de lo que se llama *saturación magnética.* Según lo visto en las figuras 4 y 5, la magnetización opera orientando los átomos de manera que se alinéen según el eje magnético que es el longitudinal de la barra. Si vamos aumentando la intensidad del campo progresivamente, más y más átomos se orientarán, pero llega el momento en que están todos orientados y la magnetización no puede aumentar su densidad: es el estado de saturación mencionado.

¿Cómo se produce este estado? ¿En forma brusca, gradual o de otra manera? Si trazamos un gráfico de la magnetización de una barra de hierro,

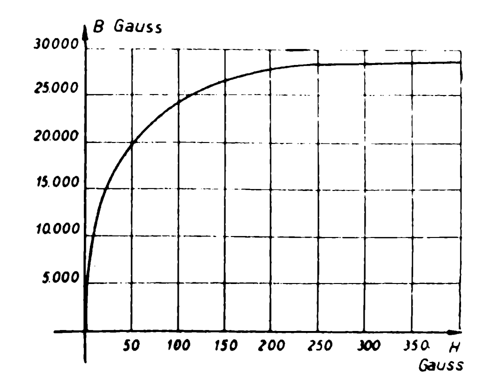


Fig. 11. - Curva de la magnetización de un trozo de hierro que muestra el fenómeno de la saturación magnética.

tomando como referencia la densidad o intensidad del campo magnético que producimos en la bobina y midiendo la densidad del campo en la barra podemos trazar un gráfico como el que muestra la figura 11, que se llama *curva de magnetización.* En sentido horizontal medimos las intensidades del campo producido en la bobina, la cual se mide en Gauss y se le asigna la letra *H;* en sentido vertical medimos la densidad del campo en el hierro, campo que se produjo por lo que se llama *inducción magnética* y que también se mide en Gauss o líneas por cm^2 y se le asigna la letra *B*. Observamos que cuando el campo magnetizador tiene 50 líneas por cm^2, en el hierro se forman 20.000 líneas por cm^2, por lo menos en este tipo de hierro del ejemplo; aumentando el campo inductor a 100 líneas por cm^2 ya no tenemos en el hierro el doble de líneas sino solamente 24.000 o sea que comenzó la saturación y cuando el campo llega a 250 Gauss no se logra aumentar la inducción en la barra que alcanzó su cifra límite de 28.000 Gauss. Advertimos que estas cifras sirven para el ejemplo y no son las utilizadas en todos los casos, pues encontramos dispositivos electromagnéticos, como los transformadores, que saturan con 10.000 a 12.000 Gauss y motores con cifras de 8.000 Gauss.

Remanencia-Histéresis

La figura 11 nos ilustró sobre el hecho de que no hay proporcionalidad directa entre el campo magnetizador y la imanación del hierro debido al

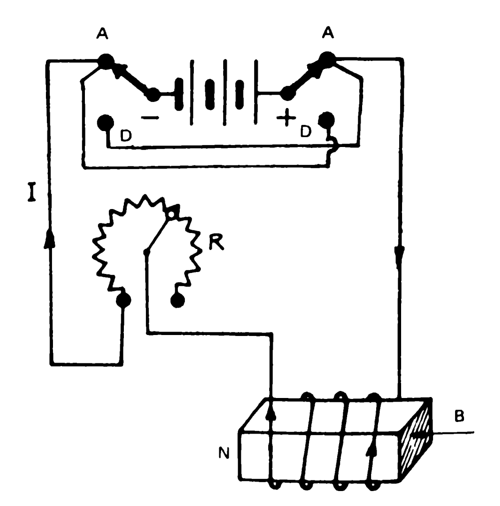


Fig. 12. – Circuito eléctrico necesario para estudiar la magnetización, la remanencia magnética y la histéresis.

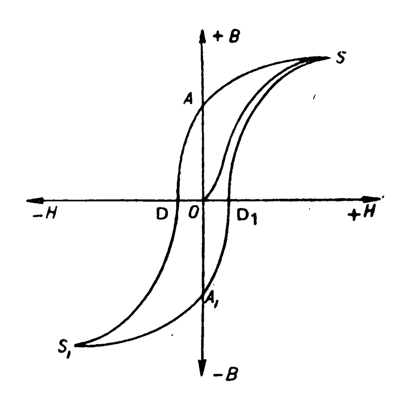


Fig. 13. – Curva o lazo de histéresis que se obtiene al magnetizar un trozo de hierro u otro material paramagnético.

proceso de saturación explicado. El dispositivo magnetizador lo podemos imaginar como el ilustrado en la figura 9, es decir una bobina alimentada por una fuente eléctrica y una barra de hierro colocada dentro de la bobina. Pero si debemos determinar el comportamiento de la barra ante variaciones del campo magnético hay que introducir un elemento que nos permita variar la corriente para tener distintas intensidades del campo magnetizador; y todavía debemos poder invertir la polaridad de ese campo o sea invertir el sentido de la corriente en la bobina.

Veamos el conjunto que debemos armar en la figura 12. La barra de hierro a estudiar está colocada dentro de una bobina en la que se producirá la inducción magnética *B*. Hay una batería de pilas que suministra la corriente eléctrica formadora del campo en la bobina pero está conectada a través de dos inversoras a palanca, las que tienen posiciones superiores *A* e inferiores *D*. Hay un reóstato o resistencia variable que permite regular a voluntad la intensidad de la corriente y por ende la del campo magnético en la bobina. Las flechas del sentido de la corriente en los cables corresponden a las llaves en *AA* y para ese sentido si aplicamos la regla del tirabuzón (figura 9) el norte del campo estará a la izquierda de la bobina; consideremos este sentido como positivo para el campo *H* y la inducción *B*.

Ahora procedemos a trazar la curva de magnetización que vemos en la figura 13 y que es la *OS* que se parece a la de la figura 11 y que termina en el punto de saturación *S*. Para trazarla hemos ido aumentando la intensidad de la corriente desde cero hasta un máximo que nos da la inducción correspondiente al punto *S*. A partir de aquí

reducimos la corriente mediante el reóstato R y notaremos que cuando la corriente llega a cero estamos en el punto A del gráfico y no en el O, es decir que la inducción en el hierro no se ha anulado, algo ha quedado y al fenómeno se lo llama *remanencia magnética.* ¿Qué ha pasado? – Que la orientación de los átomos según la figura 5 no vuelve totalmente atrás según la figura 4 sino que en cierto modo la deformación presenta una cierta elasticidad pero no absoluta. Si ahora pasamos las selectoras a los puntos DD invertiremos el sentido de la corriente y tendremos el campo con sentido contrario, o sea con el norte a la derecha; lógicamente los átomos en el hierro serán impulsados a girar y colocarse con los ejes hacia el otro sentido, tal como si en la figura 5 quedaran con las flechas hacia abajo. Mientras vamos aumentando el valor de la corriente con sentido contrario sus valores son negativos y los debemos tomar hacia la izquierda del eje vertical, y hablamos de corriente porque es lo mismo que hablar del campo magnético, ya que sus valores son proporcionales. Cuando el campo adquiere una intensidad negativa OD hacia la izquierda la inducción en el hierro ha desaparecido, pero si seguimos aumentando la intensidad del campo comenzará a aparecer la inducción en el hierro, pero claro, con signo negativo o sea que sus valores los tomamos hacia abajo del eje horizontal. Así llegaremos a otro punto de saturación, que es simétrico del S y que marcamos como S_1. La intensidad del campo OD para anular el magnetismo remanente se llama *fuerza coercitiva*; si ahora desde S_1 vamos reduciendo la corriente y con ello el campo, se reducirá la inducción según la curva S_1A_1 y tendremos otra vez la remanencia, ahora negativa, OA_1. Para anularla debemos invertir las llaves a AA para volver a tener corriente positiva, emplear una fuerza coercitiva OD_1 y si de aquí seguimos aumentando la corriente llegaremos nuevamente a la saturación positiva S.

El fenómeno en sí se llama *histéresis magnética* y la figura formada es el ciclo o *lazo de histéresis.* Cada tipo de hierro o material paramagnético presenta diferentes formas del ciclo de histéresis y es lógico que se busque especialmente combinando materiales una forma de ciclo que convenga para la aplicación a que se destina. Por ejemplo, la figura 14 nos muestra dos lazos de histéresis distintos. El 1 presenta una baja remanencia y una alta fuerza coercitiva mientras que el 2 exhibe una muy alta remanencia y una muy baja fuerza coercitiva. Si nosotros deseamos magnetizar un material paramagnético y queremos que se mantenga la magnetización o por lo menos gran parte de ella, ¿cuál material usaremos? –Evidentemente, el que

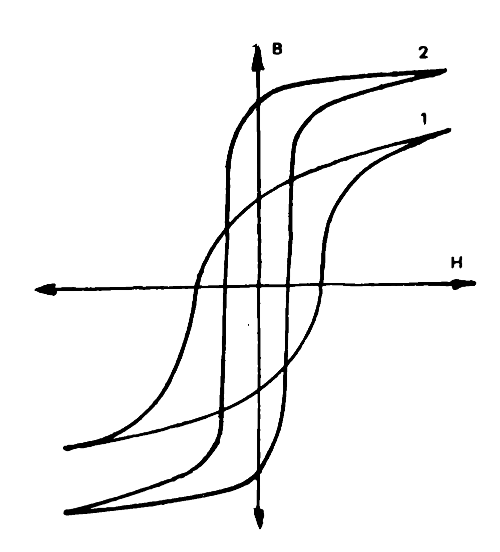


Fig. 14. – Distintos materiales paramagnéticos presentan distintos lazos de histéresis según su composición física.

da la curva 2. Y si recordamos que el tema de este libro es grabadores magnéticos, se supone que cuando queremos grabar un programa musical pretendemos que esa grabación permanezca hasta que deseemos borrarla, o sea que la remanencia es indispensable. Entonces, en adelante deberemos tratar los materiales que ostenten remanencia magnética.

Inducción electromagnética

Hasta aquí hemos visto cómo mediante fenómenos electromagnéticos puede lograrse magnetizar un material y que este retenga tal magnetización; los detalles prácticos para tal logro serán tratados oportunamente. Pero además de grabar un programa hay que poderlo reproducir, es decir lograr que un aparato nos entregue el sonido que hemos impreso en el material aludido. La formación del campo magnético por medio de la electricidad se llama inducción magnética pero lo inverso, es decir la obtención de una corriente eléctrica a partir de un campo magnético, se denomina *inducción electromagnética.* Veamos sus principios básicos.

Supongamos que tenemos una bobina y que le conectamos en sus extremos un instrumento indicador de carga eléctrica, tal como lo vemos en la figura 15. Tomamos una barra imanada y la movemos rápidamente muy cerca de la bobina, en movimiento de vaivén y observaremos que el ins-

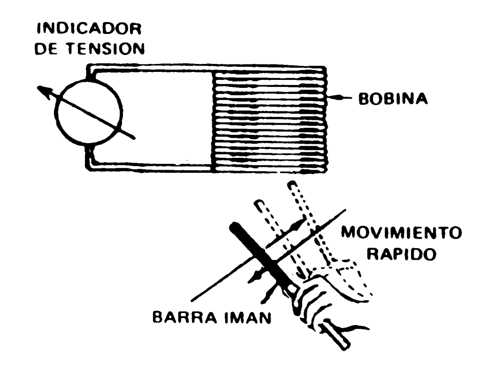


Fig. 15. Moviendo un campo magnético que penetra en una bobina se produce el fenómeno de la inducción electromagnética.

trumento acusa la circulación de una corriente, que en este caso será muy pequeña, pero que puede lograrse de mayor intensidad con otros métodos. Esto es lo que hemos llamado inducción electromagnética.

¿Qué es lo que ha ocurrido? El campo magnético que se forma en torno al imán ha barrido a la bobina y alterado el equilibrio eléctrico de sus átomos, ya que sabemos que los mismos, además de tener un estado eléctrico tienen uno magnético. Esa alteración hace desprender electrones de los átomos y se produce el desplazamiento de cargas que da origen, si el material donde están es conductor, a una corriente eléctrica que es la que acusa el instrumento indicador de la figura 15. Si cesa el movimiento de la barra imán cesa la alteración descripta y desaparece la corriente circulante, cada electrón vuelve a su lugar y terminó el fenómeno. Si mientras dura se varía la velocidad del movimiento de la barra imán, la aguja indicadora acusará tal variación, que será en aumento si el movimiento se acelera y en disminución si se hace más lento. También será mayor la corriente indicada si la barra tiene mayor magnetización o si se coloca más cerca de la bobina, o si la bobina tiene más espiras. Como se ve éste es un fenómeno que da motivo a estudios más detallados a medida que avancemos en el texto.

Hay que aclarar que la inducción electromagnética produce fuerzas eléctricas capaces de destruir el equilibrio atómico y entonces debemos precisar que lo que se obtiene es una tensión eléctrica, la que al encontrar un circuito cerrado entre la bobina y el instrumento ocasiona el movimiento de cargas que conocemos como una corriente eléctrica. Y también es importante destacar, si queremos relacionar este fenómeno con nuestro tema principal, que si la imanación de la barra fuera variable, lo será en la misma proporción la tensión obtenida y la corriente circulante; decimos esto porque nos parece interesante dar un anticipo al lector acerca de nuestro tema, llevándolo a la figura 16 que resulta un poco adelantada para el estado de la exposición hecha hasta aquí pero que hacemos para que empiece a acercarse al tema.

Supongamos que hacemos una bobina arrollada sobre una barra de hierro curvada en la forma como la muestra la figura y dejando un pequeño espacio abierto que se llama *entrehierro*. La barra en este caso toma el nombre de *núcleo*. Mediante un motorcito hacemos pasar una cinta de hierro muy cerca del entrehierro en forma continua. Si hacemos pasar una corriente eléctrica por la bobina en el entrehierro aparecerá un campo magnético, cuyas líneas de fuerza atravesarán la cinta de hierro, induciendo en ella magnetización, la cual, como sabemos, puede ser remanente. Si la corriente que aplicamos a la bobina es variable, porque proviene de un captador sonoro como un micrófono por ejemplo, la magnetización grabada en la cinta de hierro será variable, con variaciones concordantes con la corriente y a su vez con el sonido captado por el micrófono. Bien, ahora desconectamos la bobina del micrófono y la conectamos a la entrada de un amplificador con su parlante, retiramos la cinta para volverla a pasar con el motorcito desde su principio. La cinta magnetizada tiene en su entorno un campo magnético, y como la misma se va moviendo, se produce el fenómeno de la figura 15 y entonces aparecerá en la bobina una corriente eléctrica variable, según las variaciones de la magnetización de la cinta; esa corriente variable entra al amplificador y llega al parlante, que nos entregará, reproducido desde la cinta grabada, el sonido original con que se la

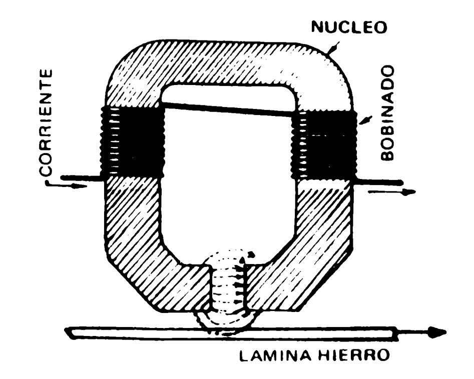


Fig. 16. Un anticipo de la forma cómo se puede grabar y reproducir el sonido en una cinta magnetizable.

grabó. Bien, amigo lector, ya tenemos un sintético grabador de cinta, elemental, rudimentario, pero un grabador al fin. Lo hemos descripto para adelantarnos un poco a la entrada en tema de manera formal, a modo de anticipo y para compensar la lectura de este capítulo de revisión de principios de electricidad y magnetismo que algunos lectores habrán deseado que terminara. . .

Día 2

Hemos hecho una sintética revisión de electricidad y magnetismo, destacando los temas que presentaban interés para este libro que estará totalmente dedicado a los grabadores de cinta magnética, tan difundidos en la actualidad. En adelante, cuando sea necesario acudir a un principio básico de esas dos ramas de la física que hemos mencionado, haremos referencia al temario del primer capítulo y en ocasiones, cuando se presente un asunto nuevo, se lo explicará previamente a la continuación del texto. En esta segunda jornada entramos ya en materia, pues encararemos el estudio de las cintas magnéticas que se emplean para grabar en ellas la palabra, la música o signos codificados para uso en sistemas de control, comandos o comunicaciones. Hace muchos años que existe la grabación magnética, pero al principio se realizaba la grabación sobre cinta o alambre de acero, pues instintivamente se acudió al material más popular entre los ferromagnéticos; posteriores investigaciones permitieron usar otros materiales que terminaron con los problemas mecánicos que tenían los primitivos. Basta pensar en lo que ocurría cuando se cortaba el alambre y debía ser añadido, para comprender la ventaja que presentan las cintas plásticas actuales, que se pegan con un trozo de papel adhesivo. Hay varios tipos de cintas magnéticas, cada una apta para determinados tipos de equipos grabadores y la investigación sigue sin pausa para perfeccionarlas a efecto de mejorar su performance. Todo ello será tratado en esta jornada además de los principios usados en la grabación sobre cinta, dejando para más adelante lo concerniente a los receptáculos para las mismas. Con tales aclaraciones previas, entremos en nuestro tema.

CINTAS MAGNETICAS

Cuando se logró grabar el sonido en discos fonográficos, los mismos tenían una duración de unos tres minutos por cara, la que fue llevada a 5 minutos aumentando el diámetro de los discos de 25 cm hasta 30 cm y durante años ése era el único logro, por lo que se buscaron dispositivos cambiadores automáticos de discos a fin de disponer de un programa musical de mayor duración; con cambiadores de doce discos se lograba una hora de programa y dando vuelta la pila se tenía otra hora más. Como todavía no se había desarrollado el microsurco en discos fonográficos que ha llegado a su estado actual con programas de cerca de media hora por cara, se buscaron otros métodos de grabación que resolvieran ese problema y otros como el desgaste de la púa y del surco del disco, el tamaño del plato, etc.

Así se comenzó a trabajar en la grabación magnética del sonido sobre cintas o alambres de acero, arrollados sobre tambores o carretes, uno para enrollar y otro para desenrollar, en forma similar al par de carreteles para la cinta de la máquina de escribir. El sistema presentaba algunos inconvenientes como el de la dificultad de empalmar cuando la cinta o el alambre se cortaba por el manipuleo, el de no poder llegarse a espesores reducidos para disponer de gran longitud en diámetros razonables del carrete y el de las características magnéticas del acero que no eran totalmente adecuadas para obtener fidelidad en la reproducción. Las investigaciones sufrieron el impase de la segunda guerra mundial y hacia el año 1950 comenzaron a surgir soluciones prometedoras. En Alemania se trabajó con cintas de papel sobre las que se depositaba un material magnético y en Estados Unidos se ensayó la cinta de acetato de celulosa sobre la cual se aplicaba el material magnético; la inmunidad a la humedad de este segundo tipo de cintas hizo desechar pronto al papel. Y así los últimos 25 años muestran un panorama de progresos conti-

nuos sobre materiales de la cinta y de su revestimiento magnético, así como sobre los receptáculos para contener tales cintas habiéndose llegado a colocarlas en carretes contenidos en una cajita a cuyo interior el usuario no tiene acceso, lo cual será visto oportunamente.

Materiales para cintas

Descartada la cinta de papel en forma casi absoluta se trabajó sobre materiales plásticos y surgieron tres caminos: el del acetato de celulosa, el del poliester y últimamente el del cloruro de polivinilo. El acetato de celulosa es un material traslúcido y entre las cintas que se hacen con esa base se destaca la llamada *durol* de la Kodak. El poliester tiene distintas variantes y entre ella se ha impuesto la que se hace de tereftalato de polietileno creado por la Dupont y que recibió la designación comercial de *mylar*. En Alemania se trabajó con cloruro de polivinilo al que se conoce por la sigla *PVC* y se lograron también excelentes resultados. De todos estos materiales para cintas el más difundido es el mylar, el cual se reconoce por su opacidad en comparación con el durol.

Las condiciones que se exigen a una cinta magnética son varias, entre las que se destacan su resistencia al estiramiento, porque el mismo produciría alteraciones en el sonido, su buena adherencia a poleas y cabezas de grabación, su falta de higroscopicidad y su duración o sea falta de desgaste por el roce. Se comprende enseguida que las cintas de papel no podían afrontar estas condiciones. Además de lo dicho una cinta para estos fines debe poder empalmarse fácilmente y esta condición la cumplen todas las que hemos mencionado. Una diferencia destacada entre el polivinilo y el acetato es que el primero se estira antes de romperse, ocasionando una deformación en la parte grabada que queda después de hecho el añadido; este defecto no lo tiene el acetato, que se rompe con bordes netos, sin estiramiento, por lo que después de añadido no se percibe prácticamente la rotura. No obstante, como el polivinilo es más resistente a la rotura, su uso se ha generalizado notablemente.

Material de revestimiento

La cinta en sí se llama material de base, pues sobre ella debe aplicarse el revestimiento magnetizable que es el objetivo. Este revestimiento debe quedar firmemente adherido a la cinta, no sufrir resquebraduras o despegados por el paso de la cinta por los carretes, poleas y otros dispositivos, y debe tener el mínimo espesor compatible con la necesidad de grabar en él variaciones magnéticas.

Cuando se pensó en aplicar sobre la cinta una pasta magnetizable era lógico que se eligiera un mineral de hierro y si recordamos la figura 3 sabremos que esa elección tenía que recaer sobre la magnetita (Fe_3O_4) que tiene la configuración atómica ideal, pues sus moléculas tienen forma alargada, con relación largo-ancho de 10:1 lo que permite su fácil magnetización. Pero este mineral no es fácilmente magnetizable si no se lo somete a una oxidación previa que lo transforma en el llamado *hierro gamma* (Fe_2O_3). Lo curioso es que esa transformación le permite conservar la forma cristalográfica de la magnetita con las propiedades de magnetización que son necesarias para el uso a que se destina. En la designación química suele escribirse su fórmula anteponiéndole la letra griega γ (gamma).

El revestimiento de la cinta se hace con una pasta obtenida mezclando polvo de hierro gamma con diversas substancias aglutinantes en un molino de bolas que le da la finura al polvo y la homogeneidad a la mezcla. Las sustancias agregadas son variadas, como ser nitrocelulosa, ftalato dioctilo y otros sólidos, y acetato de butilo, acetato de etilo, alcohol isopropilo y ácido acético como solventes o aglutinantes. El resultado de esta operación es una pasta homogénea que se coloca después sobre la cinta plástica a la que queda firmemente adherida. La operación se hace sobre láminas de gran longitud, arrolladas sobre rodillos y después se cortan los rollos de cinta mediante cuchillas cilíndricas.

El revestimiento magnético sobre la cinta tiene distintas coloraciones, según los materiales empleados en la aglutinación; los más comunes tienen un color terracota, pero los hay verdosos, azulados, amarillo cromo, etc.

El bióxido de cromo

Las exigencias del progreso y la competencia entre los fabricantes han hecho proseguir las investigaciones sobre revestimientos para cintas magnéticas en procura de materiales que permitan una mayor fidelidad en la forma de onda del sonido grabado y el reproducido; una posibilidad de grabar mayor cantidad de información por unidad de longitud de la cinta, a efecto de tener mayor cantidad de programa con carretes de menor diámetro, y que se pueda reducir el espesor del revestimiento para que, al ser la cinta más delgada se reduzca también el diámetro del rollo además de resultar un menor ruido residual en la reproducción. Estas exigencias se plantearon a raíz de la difusión alcanzada por las unidades compactas

para cintas que van reemplazando los carretes comunes en los que la cinta se manipulea a voluntad, pero que requiere una cierta pericia en la operación. Las cassettes, los magazines y últimamente los elcasets son cajitas cerradas que contienen los rollos y que se colocan en una sola operación en el grabador, pudiéndose adquirirlos ya grabados con los programas favoritos o con la cinta virgen, para grabar lo que uno desee. Este tema nos ocupará en el capítulo prxímo.

Esas investigaciones se orientaron hacia los materiales no ferrosos pero con propiedades ferromagnéticas y entre ellos el que mostró mejores aptitudes fue el *cromo*, por lo que allí se centró la tarea. Así surgió el revestimiento que incluía al cromo en aleación con el hierro, o sea el *ferrocromo* con el cual se fabrican las cintas para las cassettes. Posteriormente se ensayó con éxito el bióxido de cromo (CrO_2) y los resultados fueron sorprendentes; en primer lugar, a igualdad de resultados, puede grabarse un 50% más de programa en la misma longitud, si se lo compara con el hierro gamma. Además presenta mayor fidelidad de reproducción y menor ruido de fondo. Los grabadores modernos traen una llave para pasar cassettes comunes o de bióxido de cromo, porque hay variaciones en el circuito eléctrico para una de ellas respecto de la obra. Actualmente hay en plaza cassettes con la nueva cinta de bióxido de cromo.

Dimensiones de las cintas

Hasta la aparición de las cajitas compactas portacintas solo existían los rollos o carretes portacintas, los cuales se siguen usando en la actualidad pero por parte de profesionales, ya que el público usuario ha volcado sus preferencias por el sistema más cómodo que es el de las unidades compactas. Entonces, cuando se hablaba de cintas magnéticas la referencia era para la cinta de carrete y esa tenía un ancho uniforme de 6,35 mm (1/4 de pulgada). Cuando se comenzó a colocar un pequeño carrete dentro de una caja, especialmente para usar reproductores a cinta magnética en los automóviles, dispositivo al que se denominó *magazine*, también se usó en ellos la cinta de 6,35 mm de ancho. Y luego, cuando se fabricaron las cajitas para las que se adoptó el nombre en francés *la cassette* = la cajita, se diseñó la cinta más angosta de 3,8 mm de ancho (0,15 de pulgada). Ultimamente, al comenzarse a fabricar en el Japón otro tipo de cajitas, un poco más grandes que las cassettes, a las que se denominó *elcaset*, se empleó para ellas la clásica cinta de 6,35 mm de ancho. La tabla adjunta resume lo dicho sobre los anchos de cinta.

Anchos de cintas magnéticas

Usos	Ancho mm	Ancho pulgada
Carrete Magazine Elcaset	6,35	0,25
Cassette	3,8	0,15

En materia de espesores de las cintas magnéticas la tendencia ha sido reducirlo para lograr colocar mayor longitud de cinta en un carrete determinado. Esa tendencia debió luchar contra varios inconvenientes, como ser la resistencia mecánica de la cinta y el espesor de la capa magnética que debía conservar sus propiedades de fidelidad en la forma de onda grabada y reproducida. Como siempre, estos asuntos tienen pro y contra y lo que se gana en tamaño se pierde en calidad pero si la pérdida es pequeña se puede aceptar. Actualmente se fabrican cintas de tres espesores, los que se dan en la tabla adjunta.

Espesores de cintas magnéticas

mm	pulgada	denominación
0,012	0,0005	media milésima "
0,025	0,001	una milésima "
0,038	0,0015	una y media milésima "

Otro factor que diferencia a los grabadores en su vinculación con las cintas magnéticas es el referente a la velocidad de desplazamiento de la cinta. Si queremos grabar una nota musical, supongamos un ciclo de una onda de un tono de 50 Hz, la figura 17 nos ilustra sobre el proceso, y deducimos que una onda de 50 Hz tarda un tiempo de 1/50 = 0,02 seg., tiempo al que se llama período *T*. Luego, si una cinta se desplaza a la velocidad de 38 cm/seg, para grabar esa nota se ocuparán 7,6 mm en la cinta. Para una velocidad de 19 cm/seg se ocuparán 3,8 mm, para una de 9,5 cm/seg se ocuparán 1,9 mm y para una velocidad de 4,75 cm/seg se ocupará 0,95 mm.

De lo que antecede deducimos que a mayores velocidades se dispone de mayor trozo de cinta para grabar lo que redunda en una mayor fidelidad, pero necesitamos más cantidad de cinta, con lo que se aumenta el tamaño del carrete para un mismo programa. Cuando el problema tamaño es importante, se usan bajas velocidades de cinta y cuando el problema fidelidad es el importante se usan altas velocidades. La tabla adjunta da las velocidades y las aplicaciones, notándose que en

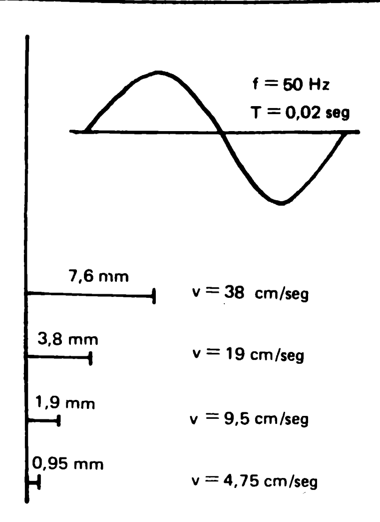


Fig. 17. – Longitud de cinta que ocupa un tono fijo de 50 Hz según la velocidad de deslizamiento de la misma.

el ejemplo dado en la figura 17 ya se mencionan las velocidades de la tabla.

Velocidades de las cintas magnéticas

Usos	cm/seg	"/seg
carrete	38	15
carrete	19	7,5
carrete magazine elcaset	9,5	3,75
cassette	4,75	1,875

Es de notar que como para los carretes se usan diversas velocidades, los equipos grabadores para carretes vienen provistos de una llave selectora que permite elegir dos o tres velocidades. Lógicamente los de tres velocidades son los equipos más profesionales. En los equipos compactos para magazines y elcasets se usa una velocidad razonablemente baja, la de 9,5 cm/seg y para las cassettes se usa una velocidad más baja, 4,75 cm/seg para lograr la máxima reducción de tamaño, pero a costa de una calidad inferior a los otros sistemas en la reproducción, a la cual el público usuario evidentemente se ha acostumbrado. Justo es reconocer al respecto, que doble velocidad no significa mitad de deformación y para ello basta dar unas cifras: la frecuencia límite superior en las grabaciones en cassettes se limita a 10 KHz, en magazines a 12 KHz, con elcasets se puede grabar bien hasta 15 KHz y con carretes profesionales no hay ningún problema en superar los 20 KHz. Como siempre la calidad cuesta y complica la comodidad.

Calidades de cintas

El tema se presta a diversas interpretaciones, pues después del análisis previo ya sabemos que podemos obtener mayor calidad de reproducción con cintas de mayor ancho y espesor y usando velocidades mayores, pero esa elección corresponde al usuario y se refiere al tipo de equipo que va a emplear carretes o sistemas compactos (magazine, cassette o elcaset). Dentro de cada sistema hay equipos de mayor o menor calidad, cosa que está vinculado generalmente con el costo. Pero la referencia del subtítulo se hace para un equipo determinado con el cual queremos grabar programas y entonces debemos adquirir las cintas vírgenes, sea en carrete o en alguno de los sistemas compactos, de los que, en el caso de grabaciones en el hogar actualmente quedan limitados a las cassettes.

Es sabido que en la industria se producen elementos que deben cumplir ciertas especificaciones dadas por los compradores. Todo elemento que no cumple se descarta, pero muchas veces va al mercado para otros fines. Esto ocurre también con las cintas magnéticas, ya que se las encuentra en envases con marcas conocidas o sin marca alguna; estas últimas son producto de descartes y no podemos esperar de ellas otra ventaja que la de tener menor precio.

Hay cintas magnéticas comunes y otras que tienen una designación especial, entre las que podemos mencionar dos: las de *alta salida* (high output tape) y las denominadas *low print through* que equivale más o menos a baja impresión atravesada. Las cintas de alta salida permiten obtener un mayor nivel de salida, unos 6 a 8 dB más, porque se trata de cintas de 1,5 milésimas de espesor (ver tabla). Estas cintas suelen presentar el defecto de que la grabación en alguna parte se pase a la parte de la cinta que queda en ese lugar en la próxima vuelta del rollo, produciendo un fondo musical extraño que suele percibirse. Este defecto se llama en inglés *print-through* y entonces las cintas especiales de alta salida que mencionamos en segundo término y que se denominan low print through han sido fabricadas especialmente para reducir el defecto mencionado y entonces pueden grabarse a su máximo nivel.

En cintas que vienen en las cassettes hay el tipo común y el llamado *low noise* o sea bajo ruido de fondo. La opción no necesita comentario.

Hay algunas verificaciones que pueden hacerse

con las cintas magnéticas antes de comprarlas o de adoptar un proveedor. Una es de simple observación de la apariencia del revestimiento; éste debe tener sus bordes bien definidos y ofrecer una densidad homogénea a la vista. Grumos, puntos o coloraciones no uniformes hablan de un revestimiento no homogeneizado. También puede raspar con la uña el revestimiento; si en la uña aparecen partículas parduzcas la cinta no tiene revestimiento atomizado y debe descartarse. El soplido de fondo puede verificarse pasando a pleno volumen una cinta conocida y la nueva en estudio por un grabador de buena calidad. La diferencia que se observe en el soplido de fondo se debe evidentemente a la calidad de la cinta y podemos sacar conclusiones.

Y cuando estamos pensando en la calidad de las cintas, ¿no puede también hablarse de las precauciones a tomar cuando se encontró una buena fabricación? – Claro que habría muchas cosas que decir pero hay una que tiene una importancia capital. Desde que la cinta es un elemento sobre el cual se grabará un programa por vía magnética, ello implica que tal cinta es sensible a los campos magnéticos. Si cuando la dejamos en cualquier sitio hay allí campos magnéticos de cualquier procedencia (aparatos a transformador, motores eléctricos, etc) es fácil imaginar que puede grabarse sobre la cinta, aunque sea a nivel reducido, un zumbido de fondo que quedará sobrepuesto a la grabación que hagamos en ella. Entonces, téngase presente esta advertencia para guardar cintas o para apoyarlas en algún mal lugar cuando se las está usando. Y puede agregarse que la exposición a campos magnéticos por períodos prolongados puede borrar parcialmente la grabación en una cinta con programa grabado y entonces la recomendación se hace imperiosa.

Procedimiento de grabación

Ahora que conocemos las cintas magnéticas usadas en los grabadores veamos algo del proceso que se emplea para grabar en ellas la señal de audio proveniente de cualquier fuente sonora. Se trata de magnetizar la película aplicada sobre la cinta plástica haciéndola deslizarse longitudinalmente tocando una pieza como la que vimos en forma sintetizada en la figura 16. La señal de audio recorre la bobina de la cabeza grabadora, ya que no otra cosa es lo que nos muestra tal figura.

Supongamos para simplifcar que se trata de grabar una señal senoidal pura, un tono de 50 Hz que tiene por lo tanto una duración de 0,02 de segundo, ya que la duración del período es la

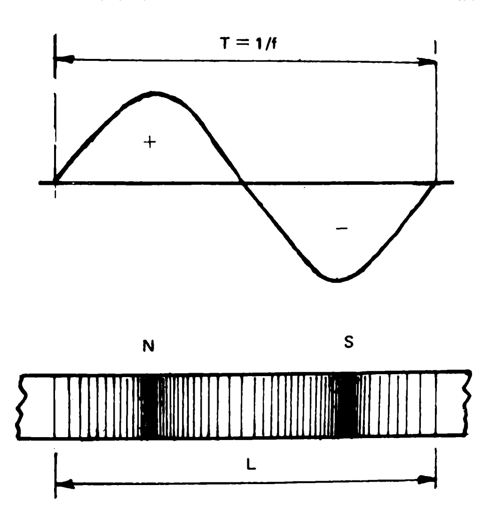


Fig. 18. – Principio de la magnetización de la cinta mediante una señal de audio aplicada a la bobina grabadora.

inversa de la frecuencia y 1/50 = 0,02. Entonces veamos en la figura 18 la parte superior donde hemos representado gráficamente esa senoide, que tiene su parte superior o positiva y su parte inferior o negativa. Durante la mitad positiva la corriente en la bobina circula en un sentido y ocasiona un campo magnético que suponemos produce una magnetización norte (*N*) en la cinta y durante el otro medio ciclo la corriente circula en sentido contrario y entonces la magnetización será sud (*S*) en la cinta (recordar figura 9). A mayor intensidad mayor será la densidad magnética producida en la cinta y a menor intensidad de la corriente la magnetización acusará menor densidad, ya que hay proporcionalidad directa entre ambas magnitudes. Entonces la cinta irá adquiriendo mientras se desliza una magnetización como la que quiere mostrar mediante el rayado la figura 18; pero adviértase que el rayado acusa las diferentes densidades pero no el cambio de polaridad magnética que se han marcado con las letras *N* y *S* en las partes centrales de esa magnetización que es precisamente donde se producen los máximos.

Si se pudiera representar gráficamente las distintas densidades magnéticas a lo largo de la cinta deberíamos tener una curva igual a la senoide superior, siempre que haya proporcionalidad directa y rigurosa entre la intensidad de la señal de audio y la densidad magnética de la cinta en cada punto. Pero si recordamos la figura 13 que representa esa relación, vemos que la curva *OS* no es una línea recta, condición para que exista la proporciona-

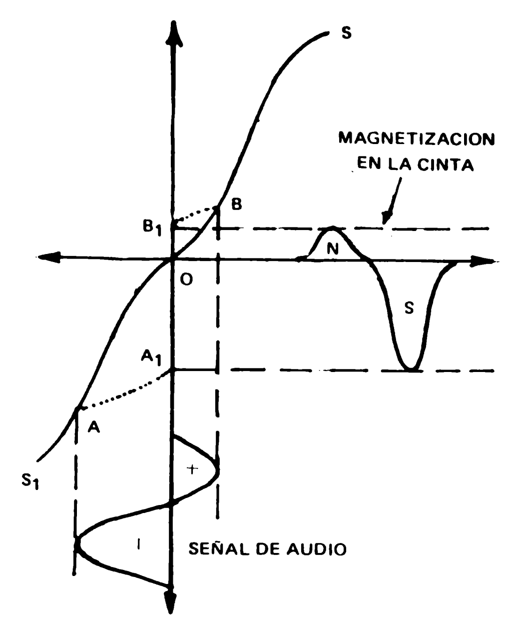


Fig. 19. – Si se aplica la señal de audio solamente a la bobina la magnetización en la cinta tiene deformación.

lidad rigurosa citada; y si prolongamos esa curva hacia abajo y a la izquierda tendríamos en la figura 13 una curva OS_1 que no se dibujó pero que podemos ver en la figura 19. La curvatura que presenta la curva SS_1 impide obtener la proporcionalidad entre corriente eléctrica y densidad magnética como lo podemos demostrar fácilmente.

Desde que las abscisas o medidas horizontales en el gráfico de magnetización son proporcionales a la intensidad del campo magnético, o sea a la intensidad de la corriente eléctrica, si aplicamos a la bobina una señal de audio sus intensidades instantáneas las podemos dibujar con medidas en sentido horizontal. Sea entonces una señal magnetizante de forma senoidal como la que hemos marcado en la parte inferior del eje vertical, y cuyos semiciclos son desiguales intencionalmente para mejorar la demostración. Traslademos las crestas de la curva mediante líneas verticales a la curva de magnetización y la cresta negativa nos dará el punto A y la positiva el punto B. Si en el punto A la cinta sale del campo magnético quedará en la cinta la remanencia, que es un valor de inducción que debe medirse sobre el eje vertical. Entonces desde el punto A y siguiendo una curva que es la de saturación llegamos al punto A_1 que nos da la remanencia o magnetización en la cinta correspondiente a la cresta negativa de la señal de audio. Para la cresta positiva el punto B lo trasladamos siguiendo una curva de saturación hasta el eje vertical, llegando al punto B_1 que es la inducción remanente o magnetización en la cinta. Ahora trazamos horizontales por los puntos A_1 y B_1 y esas líneas nos marcarán las crestas de la curva de magnetización de la cinta y si procedemos a realizar el gráfico para todos los puntos de la senoide de la señal de audio obtendremos la curva de magnetización que se ve a la derecha, que aparece deformada respecto de la que da la señal de audio.

Evidentemente la curvatura irregular de la curva de magnetización ocasiona distorsión en la grabación magnética de la cinta. La primera idea que surgió para remediar este problema fue la de trabajar en el centro de la parte recta de la curva de imanación: veamos esto.

Polarización de la cinta

La idea esbozada consiste en superponer a la señal de audio un valor continuo que lleva el eje de trabajo al centro de la zona recta de la curva de imanación, tal como lo vemos en la figura 20. Ello se traduce en una magnetización uniforme o

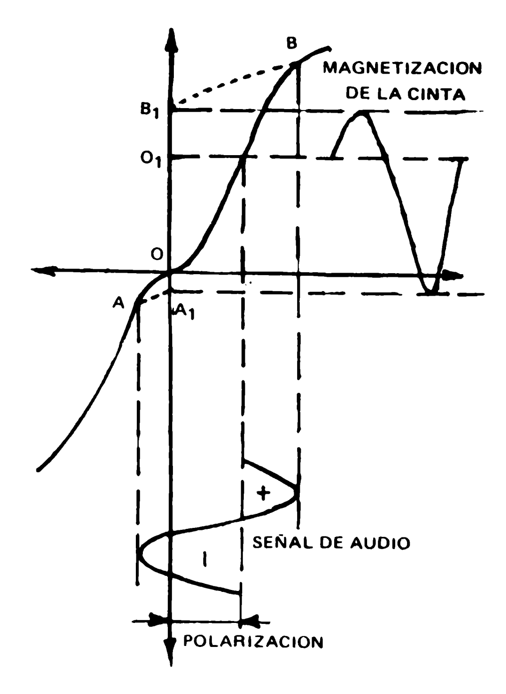


Fig. 20. Superponiendo una tensión continua a la señal de audio se polariza magnéticamente a la cinta.

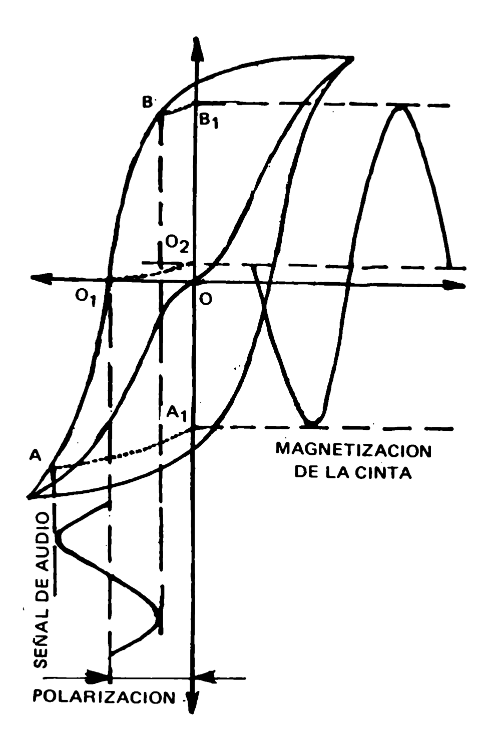


Fig. 21. – Efecto de la polarización continua superpuesta a una presaturación en la cinta magnética.

básica sobre la cinta, que se llama *polarización*; esto implica que el eje de inducción de la magnetización de la cinta no es el eje horizontal que pasa por O sino el que pasa por O_1. La senoide de la señal de audio no se toma sobre el eje vertical que pasa por O sino desplazado hacia la derecha en un valor dado por la polarización.

Veamos ahora cómo se obtiene la curva de magnetización de la cinta. Procedemos como en el caso anterior y subimos la cresta negativa de la señal de audio hasta el punto A de la curva de imanación y la cresta positiva hasta el punto B. Desde estos puntos y mediante trozos de curvas de saturación obtenemos la remanencia magnética para ambos puntos en los A_1 y B_1 que marcan los valores de magnetización remanente en la cinta. Si trazamos idénticos gráficos para cada punto de la señal de audio obtenemos la curva magnética en la cinta que vemos a la derecha y arriba en el gráfico y que no acusa la deformación que teníamos en la figura 19.

El problema que presenta la polarización continua es que reduce la amplitud utilizable de la curva de imanación a la mitad, ya que usamos solo la mitad superior de la curva de imanación, y por ende la densidad magnética máxima en la cinta es la mitad que si no se usara polarización continua. Esta circunstancia hizo buscar otros métodos para conjurar la deformación en la magnetización de la cinta.

Polarización continua con presaturación

Un método logrado para aumentar el nivel de magnetización y aprovechar las ventajas de la polarización continua se muestra en la figura 21. Consiste en saturar la cinta previamente a la magnetización de señal corriendo el centro de trabajo desde O hasta O_1, que es el punto que da sobre el eje horizontal la rama izquierda de la curva de histéresis. Esto se logra dando la polarización negativa indicada en la parte inferior del gráfico. De este modo el eje de la curva de magnetización de la cinta lo obtenemos trasladando O_1 mediante una curva de saturación hasta O_2 sobre el eje vertical del lazo. Ahora si trasladamos las crestas de la señal de audio a A y B como hicimos antes obtenemos, mediante sendas curvas de saturación, los puntos A_1 y B_1 que marcan las crestas de la curva de magnetización de la cinta y haciéndolo para todos los puntos obtenemos la curva total de magnetización que no acusa deformación respecto de la

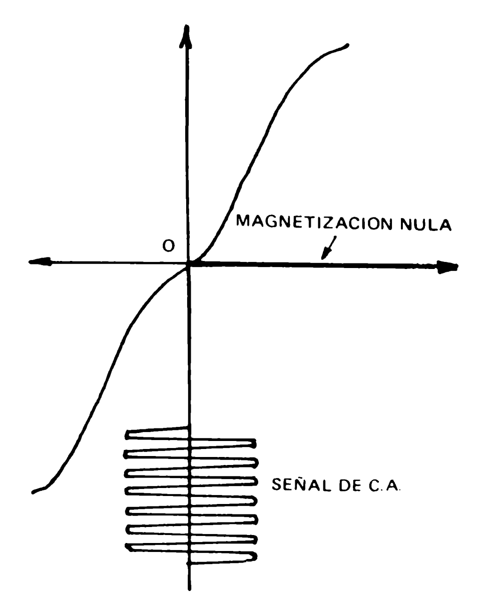


Fig. 22. – Una señal alterna aplicada a la bobina grabadora no produce en la cinta magnetización remanente alguna.

señal de audio y que además tiene una amplitud considerable.

La polarización continua común o la que produce presaturación en la cinta aparentan ser una solución para el problema de la deformación en la grabación magnética, pero a la vez introducen otros problemas. La distorsión remanente queda en el orden de un 5% la cual es alta para los logros posteriores en la materia. Además requiere un ajuste demasiado perfecto, ya que se debe trabajar en puntos determinados de la curva de imanación del material magnético. Además el estado de saturación que se busca es alcanzado solamente por las partículas magnetizables centrales de la cinta y no por las laterales. Todo ello hizo buscar el método actual que veremos de inmediato.

Polarización con c.a.

La idea brillante para polarizar la cinta magnética consistió en usar corriente alterna para ese fin. Supongamos que aplicamos a la bobina de la cabeza grabadora una señal alterna, de una frecuencia

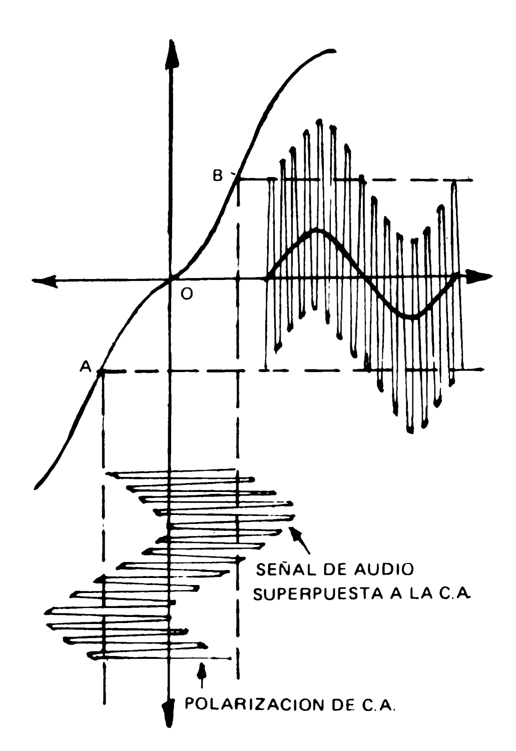


Fig. 23. – Superponiendo una corriente alterna de alta frecuencia a la señal de audio se produce una magnetización sin deformación.

más alta que la máxima frecuencia de audio que debemos usar para grabar, digamos unos 50 a 70 KHz. La figura 22 nos ilustra la situación y vemos que la corriente aplicada a la bobina es alterna, la que tomamos sobre el eje vertical, pues sus elongaciones representan intensidad de corriente que equivale a intensidad de campo magnético. Cada ciclo de la alterna produce magnetización en la cinta en ambos sentidos, o sea *N* y *S* y el promedio de cada ciclo es un valor nulo de imanación. Puede considerarse como que cada ciclo de la alterna produce un ciclo completo de histéresis en el material de la cinta y después de varios lazos completos no queda magnetización remanente. Esto es muy importante, pues cuando nos ocupemos del borrado de la grabación en la cinta veremos que se puede realizar con una señal alterna aplicada a una cabeza de borrado que se arrima a la cinta.

Ahora usemos la idea para polarizar la cinta y veamos al efecto la figura 23. Se trata de superponer la polarización alterna a la señal de audio, de tal modo que el eje de la alterna en lugar de ser recto es una senoide de menor frecuencia que es precisamente la señal de audio. No debe confundirse este proceso con el de la modulación de una señal de alta frecuencia con otra de baja frecuencia, usada en los transmisores de radio y que es diferente, pues la onda así modulada conserva un eje recto. El lector puede ver esto en el tomo de esta colección dedicado a TRANSMISION.

Es evidente que la frecuencia de la señal alterna debe ser mucho mayor que la máxima frecuencia de audio a grabar y por eso se usan para la señal de polarización frecuencias del orden de los 50 a 70 KHz. Lo interesante es que los grabadores que tienen borrado electromagnético pueden usar esa misma señal de polarización para el borrado, según veremos más adelante.

Bien, ocurre entonces que cada ciclo de la señal de alterna hace describir al proceso de magnetización un lazo de histéresis y la inducción media o remanente se aproximará al valor de la amplitud en ese instante de la señal de audio. Es como si el promedio de las inducciones instantáneas obtenidas en la cinta admitiera un promedio que es la curva llena del gráfico superior de la derecha. O sea, si llevamos el promedio de las elongaciones hacia la izquierda hasta el punto *A*, este punto nos dará el eje horizontal que marca el promedio de las inducciones remanentes negativas o del tipo *S* y si llevamos el promedio de las elongaciones hacia la derecha al punto *B* de la curva de imanación, por aquí trazamos el eje horizontal que marca el promedio de las inducciones remanentes positivas o tipo *N*. El promedio en cada instante da una sucesión de puntos que grafican la inducción rema-

nente en la cinta y que es la curva llena, de igual forma que la señal de audio que aplicamos a la bobina grabadora.

Tan brillante solución debía imponerse y la gran mayoría de los grabadores actuales incorporan la polarización con c.a. si bien quedan algunos modelos viejos que usan algunos de los otros sistemas comentados. Al ocuparnos de las cabezas de grabación, reproducción y borrado volveremos sobre este tema pues hay interesantes variantes sobre las mismas.

Día 3

Hemos estudiado las cintas magnéticas con su material de base, una sustancia plástica, y el recubrimiento magnetizable, una pasta de mineral de hierro o, como variante más avanzada, de bióxido de cromo. También nos ocupamos del procedimiento para grabarlas a fin de lograr que la forma de onda de la magnetización sea lo más igual posible a la forma de onda de la señal de audio con la que se graba. Ahora nos ocuparemos de los receptáculos para las cintas o sea de los carreteles o carretes donde se las arrolla para que al girar éstos la cinta se deslice rozando la cabeza grabadora y se pueda cumplir el proceso que ya hemos esbozado. Y podemos intuir que habrá siempre dos carretes, como los hay en la máquina de escribir para la cinta entintada, ya que el rollo de cinta pasa de uno al otro con el simple expediente de obligar a girar al carrete vacío que arrastra en su giro al carrete lleno. Durante mucho tiempo sólo existían los carretes abiertos, en los que la cinta se colocaba enganchando su extremo contra el alma central, pero posteriormente se buscó la comodidad del usuario ideando receptáculos con la cinta ya colocada que no debía ser enganchada, inclusive que no ofrecía acceso a ella y con tal solución se logró la popularización de los grabadores de cinta, al extremo que los hay tan portátiles y simples que los estudiantes los llevan para grabar las clases que escuchan. Entonces dedicaremos esta jornada a describir los receptáculos para cintas magnéticas, sus variantes y las ventajas y limitaciones de cada tipo. Estas consideraciones iniciales de carácter general nos abren el camino para iniciar el tema de la presente jornada.

CARRETES, MAGAZINES Y CASSETTES

La cinta magnetizada debe ser deslizada rozando la cabeza grabadora, en la forma como se esbozó en la figura 16, para grabar a lo largo de ella la señal de audio que al crear un campo magnético que incide en la cinta va dejando como si fuera impresa en ella una magnetización proporcional al valor instantáneo de esa señal. La proporcionalidad incluye la amplitud y el signo de la misma, tal como ya se ha explicado. Como no se concibe que una cinta de varios metros de longitud quede suelta formando un ovillo desordenado, hay que enrollarla en un carretel cuyo hueco tenga un espesor algo mayor que el ancho de la cinta y cuyo diámetro sea el suficiente para dar cabida al total de cinta disponible. Así surgieron los *carretes*, los que lógicamente debieron ser normalizados para poderlos colocar en diferentes grabadores procedentes de distintas fábricas y dar al orificio central tamaño y características adecuadas para idéntica finalidad. También deben tener una ranura en el núcleo central para enganchar el extremo de la cinta a efecto de que cuando el carrete vacío gire, arrastre a la cinta enrollándola, para irla sacando del carrete lleno.

Aquí cabe hacer una serie de observaciones, las que son diferentes para los distintos tipos de carretes para cintas, ya que los clásicos ofrecen al usuario la posibilidad de colocar la cinta y quitarla mientras que los encapsulados no tienen acceso a la cinta por parte del usuario. Tal diferencia impone el tratamiento separado de la descripción de los distintos tipos.

El carrete clásico

Durante mucho tiempo, desde los comienzos de la presentación de los grabadores a cinta magnética y hasta la aparición de los carretes encapsulados, la única posibilidad que ofrecía el mercado eran los carretes abiertos para enrollar la cinta y en la actualidad, disponiéndose ya de tres sistemas del tipo encapsulado, sigue teniendo vigencia el carrete abierto porque si bien su uso es un poco más engorroso, ofrece algunas ventajas

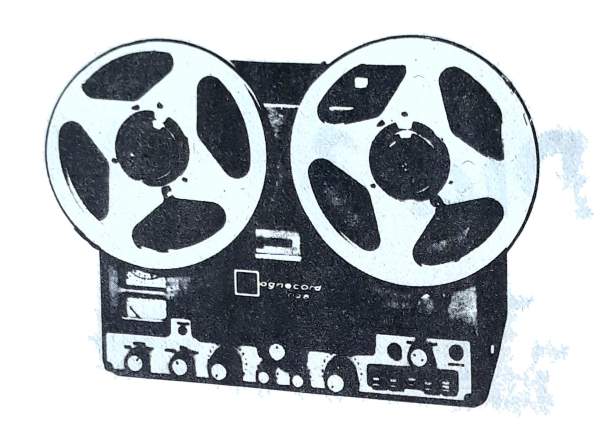


Fig. 24. — Aspecto de un grabador a carrete abierto Magnecord modelo 1028, en el que se aprecia la ubicación de los carretes.

apreciables, como la de poder usar el tipo de cinta que uno desee y no la que ya vienen en los tipos encapsulados, el poder añadir trozos para formar programas a voluntad, la posibilidad de usar distintas velocidades de grabación obteniéndose según sabemos diferentes calidades musicales, etc.

Para dar una idea del aspecto que presenta un grabador a carrete abierto mostramos en la figura 24 el modelo 1028 de la MAGNECORD que tiene carretes de 17,8 cm (7") y en la figura 25 el modelo TRQ727 de la HITACHI que usa carretes de 12,7 cm (5"). Las figuras son simplemente ilustrativas, porque todavía no hemos analizado las funciones de los controles que se ven en el panel frontal ni los mecanismos de accionamiento de los carretes. Lo que sí podemos observar es que hay dos carretes colocados en un mismo plano paralelo al frente del aparato y que la cinta que sale de uno de ellos va hacia el otro pasando por un cuerpo que contiene el rodillo impulsor, las cabezas de grabación, reproducción y borrado, los fieltros de presión y los rodillos que ofician de guías de la cinta.

Para ilustrar sobre la ubicación de los elementos que hemos mencionado mostramos un esquema sintético de operaciones en la figura 26. El carrete de la izquierda es el *proveedor* o de suministro, o sea que a la izquierda se coloca el carrete lleno para comenzar la grabación o la reproducción. El extremo de la cinta se hace pasar por el conjunto de cabezas y se lo engancha en el eje central del carrete de la derecha, que es el *tomador*. La cinta al deslizarse es guiada por unos pernos de guía y obligada a rozar las cabezas mediante almohadillas que la presionan contra ellas. El rodillo impulsor o *cabrestante* presiona la cinta contra una de las guías y la obliga a deslizarse, puesto que los carretes no hacen tracción sobre la cinta sino que mediante un sistema mecánico que será estudiado más adelante acompañan a la cinta en su movimiento.

Es importante señalar que la cara del plástico de la cinta roza contra las cabezas de grabación para evitar que el roce desgaste la emulsión magnética. Las almohadillas de fieltro apoyan contra esa emulsión sin dañarla.

Cuando toda la cinta ha pasado al carrete tomador el comienzo de programa queda en la parte interior, contra el eje del carrete; entonces hay que invertir el sentido de giro y pasar la cinta al carrete de la izquierda sin que funcione el equipo de sonido. Esto es válido para cintas con una sola pista grabada, pues si hay dos pistas la segunda se graba en sentido inverso, de modo que su comienzo queda en el extremo externo cuando se pasó la primera pista. En este caso, que es el más común, el carrete que quedó lleno a la derecha, se coloca a la izquierda pero dándolo vuelta y se pasa el programa de la segunda pista. Algo similar se puede deducir cuando se graban más de dos pistas.



Fig. 25. — Vista de un grabador a carrete abierto Hitachi modelo TRQ727 de tres velocidades, para apreciar la ubicación de los carretes.

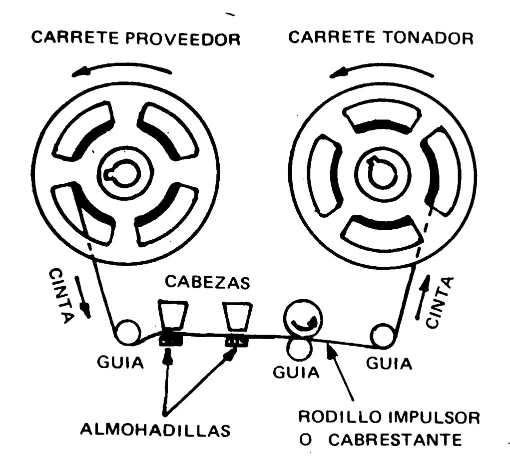


Fig. 26. – Mecanismo de pasaje de la cinta desde el carrete proveedor hasta el tomador, pasando por las cabezas magnéticas.

pues hay cintas con cuatro y con ocho pistas; pero este es tema para un capítulo venidero.

Características de los carretes

En primer lugar, la cinta para carretes abiertos o clásicos es la de 6,35 mm (1/4") y se usan cintas de los tres espesores ya mencionados, o sea las de media, una y una y media milésima de pulgada (0,012, 0,025 y 0,038 mm) dependiendo ello del interés del usuario en colocar mayor cantidad de cinta en un carrete, conociendo las limitaciones de la cinta más delgada. La misma apreciación puede hacerse con respecto al tipo de cinta en lo que respecta a la composición del revestimiento, o sea que pueden usarse las de hierro gamma, las de ferrocromo y las de bióxido de cromo.

Cada carrete de cierto diámetro admite una longitud máxima determinada de cinta según sea el espesor de la misma. Esa información está contenida en la tabla y es útil para el usuario. Asimismo es también de interés saber la duración de grabación según el diámetro del carrete, el espesor de la cinta y la velocidad de pasada, todo lo cual se da en la tabla adjunta. En la misma se mencionan algunas dimensiones en las unidades inglesas pulgadas y pies, porque en ellas se especifican las cifras en los carretes de procedencia norteamericana.

En segundo lugar hay carretes de distintos diámetros, como se ve en la tabla adjunta que da los más conocidos. Entre ellos los subrayados, o sea 7,6, 12,7 y 17,8 cm son los más comunes. Es evidente que en un grabador que admite un tamaño máximo pueden colocarse carretes de menor diámetro pero no mayores que ese diámetro máximo.

Rollos de cinta magnética para carretes

Diámetro		Espesor cinta	Longitud cinta		Duración en minutos para velocidad de: (cm/seg)			
pulgadas	centímetros	mm	metros	pies	4,75	9,5	19	38
<u>3</u>	<u>7,6</u>	0,038 0,025	45,75 68,62	150 225	15 22,5	7,5 11,25	3,75 5,37	1,87 2,69
4	10,2	0,038 0,025	91,5 137,25	300 450	30 45	15 22,5	7,5 11,25	3,75 5,62
<u>5</u>	<u>12,7</u>	0,038 0,025	183 274,5	600 900	60 90	30 45	15 22,5	7,5 11,25
<u>7</u>	<u>17,8</u>	0,038 0,025 0,0125	366 549 732	1200 1800 2400	120 180 240	60 90 120	30 45 60	15 22,5 30
10,5	26,7	0,038 0,025	732 1098	2400 3600	240 360	120 180	60 90	30 45
14	35,6	0,038 0,025	1464 2196	4800 7200	480 720	240 360	120 180	60 90

Los diámetros subrayados son los más difundidos para usos generales.

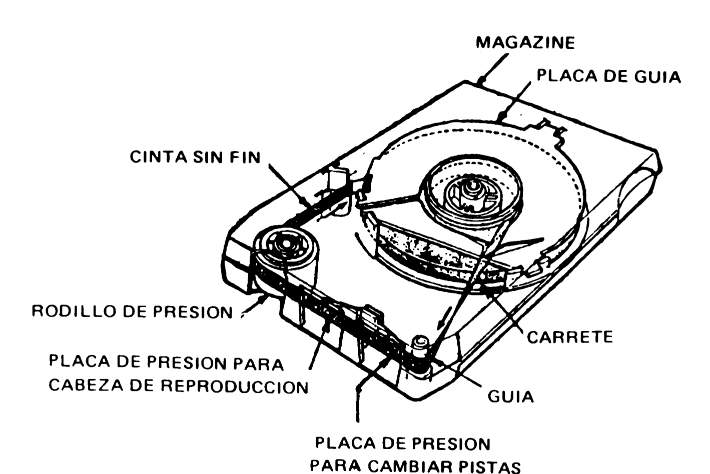


Fig. 27. - Vista interior de una caja portacinta tipo magazine para apreciar su construcción interna.

Con respecto a las velocidades de deslizamiento de la cinta hay que hacer algunas consideraciones. Ya en la tabla que dimos en el capítulo 2 aparecían cuatro velocidades diferentes, siendo cada una doble de la anterior. En aquella tabla se mencionó la aplicación de cada velocidad, y sabemos entonces que la de 4,75 cm/seg se usa en las cassettes, la de 9,5 cm/seg se usa en los magazines y elcasets y las cuatro velocidades se usan en los grabadores a carrete abierto, si bien hay muy pocos aparatos que disponen de las cuatro velocidades, siendo lo común que tengan tres y actualmente hay muchos que tienen solamente dos. El grabador con más de una velocidad tiene que tener una llave selectora que al ser accionada realiza una operación mecánica en el mecanismo interno del aparato para cambiar la relación de vueltas de los rodillos impulsores, a fin de que la cinta se deslice a la velocidad deseada. Este detalle podrá ser apreciado cuando encaremos la descripción de la parte mecánica de los grabadores a carrete. En los tipos de carretes encapsulados no hay tal cambio de velocidades y por ende no existe la selectora antes citada.

El magazine

La necesidad comercial de difundir el uso de grabadores a cinta en forma masiva hizo trabajar a los fabricantes en la investigación y creación de sistemas más cómodos que no requirieran la habilidad que es necesaria para colocar la cinta en los carretes y enhebrarla en rodillos, almohadillas de presión, etc. para poder pasar un programa. Así fue que en la década del 50 hicieron su aparición los *magazines*, uno de cuyos modelos se ilustra en la figura 27.

En el interior del magazine hay dos carretes de diferente diámetro que contienen la cinta magnética que pasa en forma continua de uno a otro carrete, pasando a su vez durante el deslizamiento por las cabezas de grabación-reproducción y de borrado. El magazine se enchufa prácticamente en una ranura que tiene el grabador y al entrar en la misma sus terminales externos hacen contacto con piezas elásticas del interior del gabinete, estableciéndose los circuitos eléctricos necesarios.

La practicidad del sistema es evidente y en realidad fue diseñado para colocarlo en automóviles, ya que el automovilista no podía realizar las operaciones de enhebrar cintas como se requiere en el sistema de carrete abierto. El grabador a magazine puede ser usado aún durante la conducción del vehículo, como el receptor de radio común.

Actualmente se cuenta con magazines de diversas marcas, como RCA, Fidelipac, Lear, Norelco, etc. Vienen grabados en cuatro pistas y últimamente los hay con 8 pistas, lo que habla bien claro de las posibilidades que tiene y que lo hacen comparable al sistema de carrete abierto. En los comercios del ramo se encuentra gran cantidad de magazines pregrabados con música de actualidad, lo que hace que el usuario no se preocupe de grabar sino simplemente lo usa para pasar su programa favorito.

Todos los magazines usan cinta de 6,35 mm de ancho y la velocidad de deslizamiento es la de 9,5 cm/seg. Debido al cubrimiento de patentes, las distintas marcas tienen diferencias constructivas que obligan a usar cada tipo con la máquina que le corresponde. Por ejemplo, en la figura 27 vemos a la izquierda el rodillo de presión que impulsa a la cinta; bien, en el magazine Lear ese rodi-

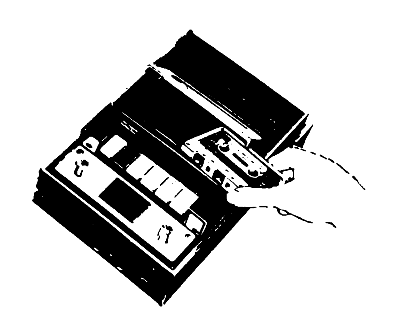


Fig. 28. Vista de un grabador a cassette Hitachi modelo TRQ242 para apreciar la forma de colocar la cassette.

llo está en el interior de la cajita pero en el Fidelipac el rodillo está en la máquina y entra por un orificio de la cajita al ser colocada ésta. Los magazines RCA y Norelco no son del tipo ilustrado en la figura 27 sino que se parecen a las cassettes de

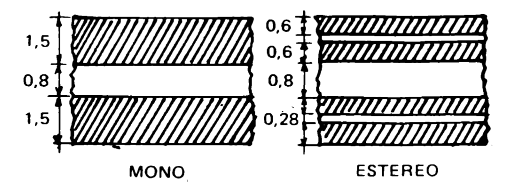


Fig. 29. – Distribución de las pistas en la cinta para usarla ida y vuelta en cassettes de los sistemas monoaural y estereofónico.

que hablaremos de inmediato. Tienen con ellas la diferencia del tipo de cinta, pues la cassette usa cinta de 3,8 mm y velocidad de deslizamiento de 4,75 cm/seg. Esta referencia la hacemos a título ilustrativo, pues actualmente subsisten en forma preponderante los magazines del tipo ilustrado en la figura 27 y cabe hacer notar que en EE.UU. varias fábricas de automóviles han incorporado como accesorio regular, además de la radio, un grabador a magazines en los coches de serie.

Cabe también acotar que los magazines del tipo similar a las cassettes no son compatibles con las mismas y que últimamente han aparecido unos modelos miniatura para ser usados en grabadores de bolsillo que abren mayores posibilidades a la difusión de los mismos. Y mencionemos también que además de los pasamagazines para automóvil hay máquinas grabadoras que permiten grabar programas a voluntad, además de pasar los magazines comerciales pregrabados.

La cassette

Hace alrededor de quince años la PHILIPS patentó un sistema de magazine muy compacto que contenía dos carretes reducidos a su cuerpo cilíndrico central, pues los costados inexistentes están sustituídos por las placas plásticas del envase. En esos carretes se enrolla la cinta de 3,8 mm de ancho y 0,012 mm de espesor, que se hace deslizar a la velocidad mínima de las usadas en grabación magnética, la de 4,75 cm/seg. Este conjunto de dos carretes con la cinta se coloca dentro de una cajita plástica y al dispositivo se le dio el nombre de *cajita* en francés o sea *cassette* con el cual se la conoce universalmente. La figura 28 ilustra sobre un grabador a cassette Hitachi donde se aprecia la forma de colocar la cassette en el aparato, para lo cual basta apoyarla en la cavidad rectangular que deja ver una tapa abisagrada. En el borde frontal de la cassette hay cortes rectangulares para permitir que la cinta apoye contra las cabezas magnéticas del grabador. Tal la simplicidad del sistema.

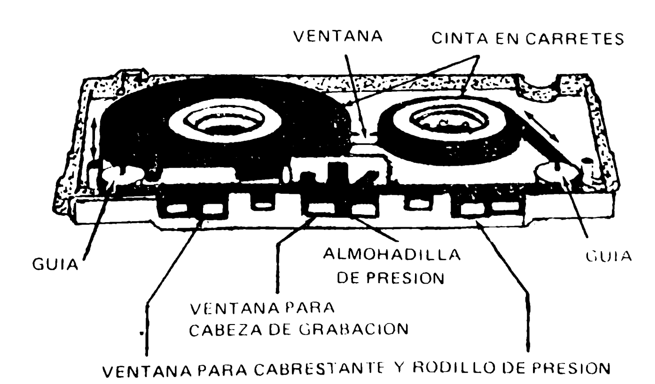


Fig. 30. Vista de una cassette con la tapa superior despegada para poder apreciar el interior de la misma.

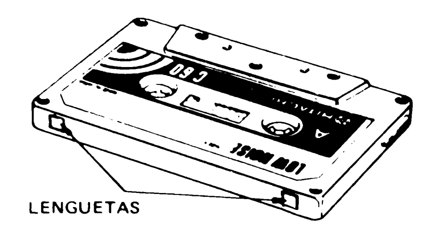


Fig. 31. – Las cassettes tienen unas lengüetas que permiten realizar el borrado y si se quitan no lo permiten.

Hay cassettes monoaurales y estereofónicas, y a pesar de que el tema nos ocupará en un capítulo venidero, mostramos en la figura 29 la distribución de las pistas en ambos tipos de cassettes. Dejando en el centro una banda limpia de 0,8 mm, se distribuyen dos pistas de 1,5 mm en la monoaural y dos juegos de pistas de 0,6 mm de ancho con una banda limpia de 0,28 mm en cada par de pistas. El hecho es que se pasa primero la cassette colocándola en la posición marcada *A* y terminado el programa se da vuelta y se pasa el lado *B* con otro programa, lo mismo que sea mono o estéreo. El mecanismo para lograr esto se describirá en el capítulo en que estudiemos las cintas multipistas que, en realidad, son todas.

Veamos ahora la construcción interna de la cassette en la figura 30, donde se ha despegado la tapa superior para poder apreciar el contenido. Se nota allí que la cinta está casi totalmente arrollada en el carrete de la izquierda y que ha pasado una pequeña porción al de la derecha. En los dos ángulos internos del frente pueden verse los rodillos de guía y en el frente se observan las ventanas para la cabeza de grabación-reproducción en la parte central y para los rodillos de presión y el eje impulsor hacia los extremos. En las tapas hay una parte transparente que permite observar la cantidad de cinta que hay en cada rollo; inclusive la mayoría de las cassettes traen una indicación en forma de una escala graduada de 0 a 100.

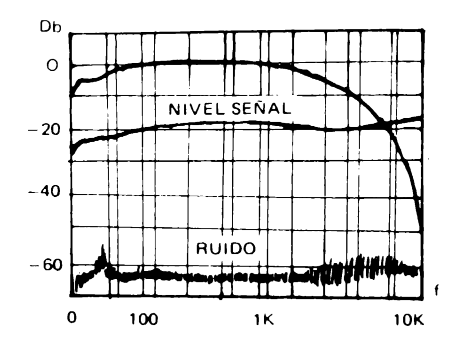


Fig. 32. – Gráfica de los niveles de grabación y de ruido en una cassette para apreciar las limitaciones que tiene.

El borrado del programa grabado es muy interesante en las cassettes. Si observamos la figura 31 notaremos que en el contrafrente de la cajita hay dos lengüetas que pueden romperse fácilmente con la punta de un cortaplumas. Mientras están las lengüetas el borrado funciona y se puede borrar lo grabado y grabar otro programa, pero si se quitan las lengüetas no se puede borrar más lo grabado. Cabe aclarar que las cassettes pregrabadas que se adquieren ya no tienen las lengüetas. Para saber qué banda de la cinta se puede borrar, mirando la cara que le corresponde, la lengüeta es la que queda a la izquierda. Obsérvese de paso que la cassette representada en la figura 31 tiene algunas indicaciones interesantes: primero, es de fabricación Hitachi; segundo, es del tipo que se denomina *low-noise* (bajo ruido) y tercero la cifra 60 que indica 60 minutos de duración total, o sea 30 minutos por lado.

Es interesante observar el gráfico que da el nivel de salida y el de ruido en una cassette común en la figura 32. La curva de nivel de salida superior se ha tomado a 0 dB y la segunda a −20 dB. Se observa que la máxima frecuencia que puede grabarse queda limitada por la vertical de 10 KHz, que hay una fuerte caída en los agudos y que el nivel de ruido acusa dos zonas de acentuación, una en las muy bajas frecuencias, unos 50 Hz. y otra en la zona de las frecuencias altas, a partir de los 2,5 KHz. A pesar de estas limitaciones e inconvenientes las cassettes gozan de gran popularidad.

El nuevo elcaset

Hace unos dos años (1976) la Sony, la Matsushita y la TEAC, las tres firmas del Japón, presentaron el resultado de sus investigaciones que terminaron con la elaboración de un nuevo tipo de magazine portacinta al que se le atribuyen las ventajas de calidad del carrete abierto y la practicidad de la cassette. Actualmente se fabrican numerosos aparatos grabadores que emplean ese sistema y seguramente no tardarán en llegar a nuestro mercado. Al portacinta se lo denominó *elcaset*. Sus medidas son 152 X 106 X 18 mm, es decir más o menos un 50% más de cada medida del cassette y con casi doble espesor. El origen de este nombre viene de Large-cassette = cassette grande, que se sintetizó primero en L-cassette y luego en elcaset, por razones fonéticas.

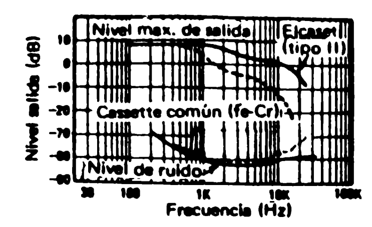


Fig. 33. – Gráfica de los niveles de grabación y de ruido del elcaset en comparación con el de la cassette común.

Es interesante observar las características de respuesta antes de entrar a su descripción. La figura 33 muestra las curvas de nivel de grabación y de ruido del elcaset comparados con los correspondientes a la cassette. Se comprueba que no acusa la caída de amplificación en las frecuencias altas y no tiene el pico de ruido en las mismas frecuencias. Además se observa una importante ganancia en el nivel de grabación.

El nuevo elcaset utiliza cinta de 6,35 mm de ancho, la misma que se emplea en los equipos de carrete abierto y en los magazines y la velocidad de desplazamiento es la de 9,5 cm/seg, la misma de los magazines y doble que las de las

PROTECCION FRONTAL
ORIFICIO POSICION
ORIFICIO POSICION
ORIFICIO POSICION
BOTON ENGANCHA-SUELTA CARRETE
PREVENCION BORRADO ACCIDENTAL
ORIFICIOS DETECCION SIST. DOLBY

PROTECCION FRONTAL
ORIFICIOS IDENTIFICACION TIPO DE CINTA (LADO 1)
DETECTOR SISTEMA DOLBY
VENTANA PARA PARADA AUTOMATICA
ENGANCHE DE CARRETE
TOPE DESLIZABLE PARA PREVENIR BORRADO ACCIDENTAL
ORIFICIOS IDENTIFICACION TIPO DE CINTA

Fig. 34. – Vistas exterior arriba, e interior abajo, de un elcaset para apreciar su mecanismo, posición de la cinta y comando operativo

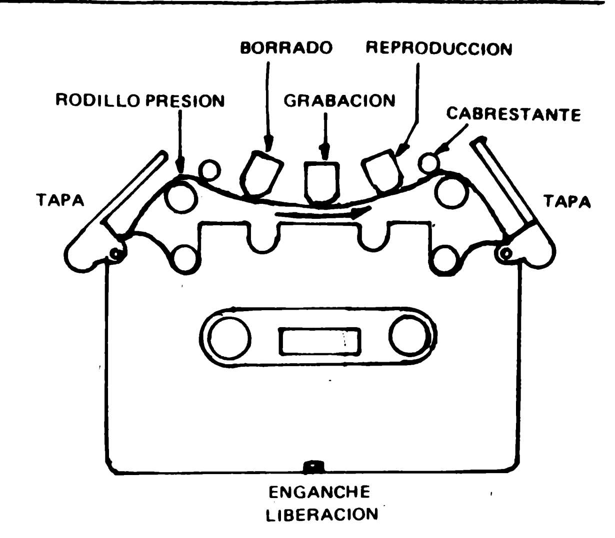


Fig. 35. Forma como al operar el elcaset la cinta se corre hacia arriba para buscar las cabezas magnéticas y el cabrestante impulsor.

cassettes. Tiene tres cabezas magnéticas, o sea grabación, reproducción y borrado; este detalle tiene importancia porque la mayoría de los grabadores a cassette carece de la cabeza independiente de reproducción pues usan una sola para grabar y reproducir. Este detalle impide verificar lo que se graba mediante un monitor conectado al sistema de reproducción. Cabe hacer notar que últimamente algunos equipos a cassette incorporan el sistema de tres cabezas. Hay elcasets con 30 y con 45 minutos de duración por lado.

La figura 34 muestra un elcaset con la tapa superior arriba y con la tapa despegada abajo. Se nota una complicación constructiva en comparación con la cassette, pero se trata de algo que se ha hecho para cubrir necesidades más exigentes. La cinta que se enrolla en los carretes pasa por una serie de rodillos de guía y en la parte frontal de la caja, que es la que queda en el fondo en la figura, ocurren cosas interesantes que podemos apreciar en la figura 35.

Cuando se coloca el elcaset en su receptáculo del grabador, y se dispone la función operativa, se abren dos lengüetas o tapas que están en los extremos del frente superior, permitiendo que la cinta salga y sea llevada a apoyarse en las cabezas magnéticas y en el cabrestante o rodillo impulsor. Es decir que la precisión del arrastre de la cinta no depende de la precisión con que fue construído el elcaset sino de la que tenga el aparato grabador. En las cassettes, la precisión constructiva de las mismas es importante pues el apoyo de la cinta sobre las cabezas depende de ello.

En la figura 34 puede observarse que hay en los costados de la caja una serie de orificios que permiten la entrada de pernos y se destaca uno para el tipo de material de la cinta, pues los elcasets se fabrican con cintas de óxido férrico, de ferrocromo y de bióxido de cromo. Otro orificio es para control del sistema Dolby, del cual hablaremos oportunamente. Otro es para la prevención del borrado accidental cuando ello no se desea, control que realiza el aparato; recordemos las lengüetas de la figura 31 que prevenían contra esa posibilidad en la cassette.

Podemos también mostrar el diagrama de pistas como hicimos con la cinta de la cassette y la figura 36 las muestra. El hecho de que se emplee cinta de 6,35 mm de ancho da posibilidades de usar pistas más anchas y dejar mayor espacio entre los pares correspondientes al sistema estereofónico, lo que impide la superposición de señal de ambos canales; esto es tan importante que todos los aparatos estereofónicos dan la cifra de separación de canales para exhibir sus logros en este sentido. La pista libre entre los juegos superior e inferior puede quedar vacía o ser usada para señales de sincronización, selección automática, etc.

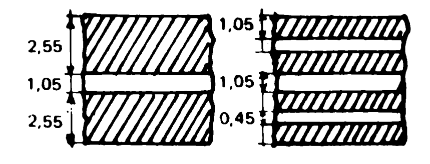


Fig. 36. Distribución de las pistas de grabación en la cinta de elcaset mostrando los anchos y separaciones de las mismas.

Día 4

En el desarrollo de nuestro tema hemos estudiado los fenómenos electromganéticos, en una rápida revisión, y luego nos ocupamos de las cintas magnetizables y de los receptáculos donde se las colocaba para facilitar su paso por el lugar donde se produce la grabación propiamente dicha, es decir la cabeza magnética. Ya sabemos entonces que hay cintas de diferentes tipos, dimensiones y aún que corren a distintas velocidades y que los receptáculos aludidos no son otra cosa que los carretes abiertos, los magazines, las cassettes y últimamente los elcasets. Ahora debemos encarar el tema de las cabezas magnéticas, de las que ya sabemos que hay de tres tipos: grabación, reproducción y borrado, aunque como veremos, muchas veces se combinan dos o más de ellas para simplificar o para reducir el tamaño de los grabadores. Tal como ocurrió en los temas tratados anteriormente, en éste también ha habido un proceso de evolución y los grabadores modernos han cambiado las técnicas para el diseño y el uso de las cabezas magnéticas. Como se ha procedido hasta aquí daremos preferencia a los modelos más modernos sin dejar de mencionar los anteriores, para justificar los cambios producidos y también porque existen actualmente aparatos antiguos en funcionamiento. También cabe advertir que actualmente ya no se usa la cinta con una sola pista de grabación sino que tienen de dos hasta ocho pistas, si nos limitamos a los grabadores para uso general y excluimos los destinados a procesos de almacenamiento de datos o de comando de operaciones. Pero las cintas multiplistas serán tratadas más adelante y en esta jornada no las tendremos en cuenta.

LAS CABEZAS MAGNETICAS

La figura 16 que hemos citado tantas veces resultó un anticipo de muchas cosas tratadas en los capítulos 2 y 3 y ahora que hemos llegado al tema de las cabezas encargadas de grabar un programa en la cinta o captarlo para su reproducción, incluyendo el borrado de lo que está grabado para poder grabar otra cosa, veremos que ese anticipo se ajusta bastante a la realidad. Pero debemos abordar el tema con mayor amplitud, ocupándonos de las cabezas, sus usos, los materiales de que están hechas, sus formas y si la señal obtenida con ellas está lista para ser enviada al proceso de reproducción que termina en un parlante.

Tal como se anticipó en esa figura, había un bobinado enrollado sobre un núcleo de hierro con una abertura inferior para formar en ella un campo magnético denso que atraviese la cinta y la magnetice. Tal núcleo era de hierro para concentrar el campo magnético, aumentando su densidad, ya que sabemos que los materiales ferromagnéticos tienen esa propiedad. Pero hay un detalle que es muy importante y es que la bobina está recorrida por una corriente alternada o sea que tiene valores instantáneos continuamente variables en valor y signo. ¿Qué es lo que pasa cuando la corriente que forma el campo magnético es alterna y no continua? – Veamos esto, porque es muy importante.

El núcleo laminado

La intensidad del campo magnético, o sea la cantidad de líneas de fuerza que atraviesan una superficie transversal de un centímetro cuadrado, depende directamente de la intensidad de la corriente eléctrica que genera el fenómeno y esa dependencia es lineal, o sea que a doble corriente doble campo y a mitad de corriente mitad de campo. Pero si dentro de la bobina donde se ha formado el campo magnético se coloca un núcleo de hierro, en él se genera por inducción un campo magnético más denso que guarda también cierta proporcionalidad con la intensidad de la corriente eléctrica, pero tal proporcionalidad

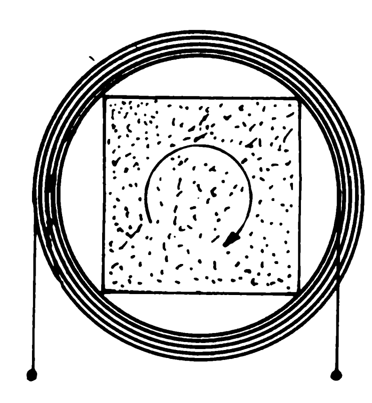


Fig. 37. – Corrientes parásitas producidas en la masa del núcleo macizo de una bobina recorrida por corriente alterna.

no es lineal sino que sigue los valores dados por la curva de imanación (figura 11).

Ahora analicemos lo que ocurre cuando la corriente magnetizadora es alterna en vez de continua, puesto que esa corriente es transformación de sonido en electricidad y el resultado es una corriente alternada. Bien, si recordamos la figura 18 en ella tenemos la forma de onda o sea las variaciones que tiene la corriente alternada durante un ciclo, que en el caso ilustrado es senoidal puro, pero tal detalle no interesa para el tema que estamos considerando. Ese gráfico nos dice que la corriente crece desde cero hasta un valor máximo, decrece hasta cero y cambiando de sentido adquiere otra vez un máximo que ahora es negativo y vuelve a valer cero; este fenómeno se repite en los ciclos siguientes. ¿Qué pasa con el campo magnético que tal tipo de corriente genera? – Qué será también alternado, o sea que tendrá variaciones según la curva de la figura 18, cosa que ya habíamos comentado.

Para seguir con nuestro análisis, en la figura 37 hemos hecho un corte transversal que muestra el núcleo de hierro, que suponemos de sección cuadrada y la bobina que vemos de forma circular. Cuando la corriente vale cero no hay campo magnético y cuando va creciendo se va formando el campo hasta que llega a su valor máximo para comenzar a decrecer hasta que llega otra vez a cero, o sea a desaparecer. El fenómeno ocurre como si las líneas de fuerza barrieran transversalmente a la bobina con su núcleo, en la forma como fue explicado para la figura 15 y entonces es evidente que en la masa metálica del núcleo se inducirán corrientes eléctricas que representan una energía y que como es lógico no puede aparecer de la nada sino que se sustrae de la que entregamos al conjunto, o sea de la energía de la corriente grabadora. Estas corrientes se llaman ***parásitas*** o de *Foucault* y calientan al núcleo. Además, la energía sustraída ocasiona deformación en la proporcionalidad que debe haber entre la corriente y la magnetización.

Si observamos la flecha que hemos dibujado dentro del núcleo en la figura 37, la misma representa la circulación de la corriente parásita y vemos que se cumple en sentido transversal. Es evidente que debe tratarse de reducir las corrientes parásitas ya que no puede eliminarse la causa que las produce y para ello la solución es la que propone la figura 38, es decir que en lugar de un núcleo de hierro macizo se lo hace de chapas delgadas apiladas; con ello la resistencia eléctrica a la circulación de la corriente se hace mucho mayor y tal corriente reduce su intensidad, cosa que quieren mostrar las flechas que hemos puesto en dos de las chapas como ilustración.

Esta solución no es exclusiva para las cabezas magnéticas de los grabadores, ya que la podemos ver en los transformadores, en motores para alterna, y en cualquier dispositivo que tenga bobinados con núcleo de hierro y que reciba corriente alterna.

La cabeza de grabación

Las consideraciones anteriores sobre la necesidad de hacer laminado al núcleo de las cabezas magnéticas nos orienta sobre su construcción. Pero hay otro detalle que dará también normas constructivas. La figura 18 ya nos dijo claramente

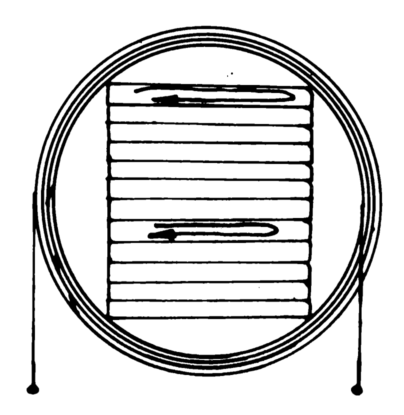


Fig. 38. – Haciendo el núcleo con una pila de chapas delgadas la resistencia a la circulación aumenta y se reduce la intensidad de las corrientes parásitas.

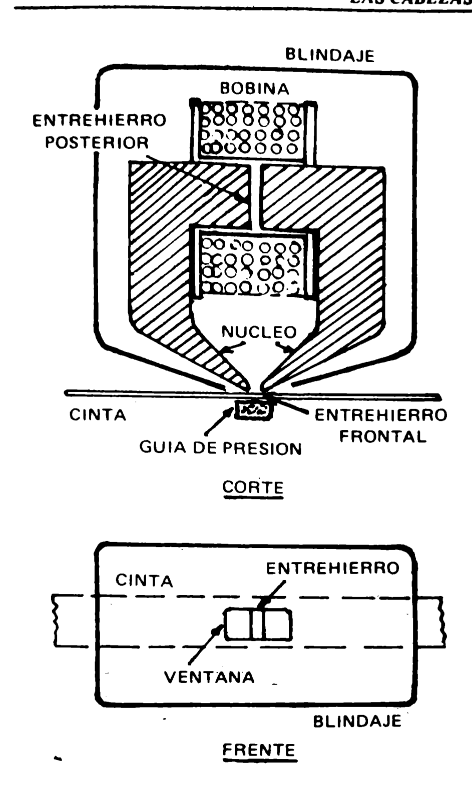


Fig. 39. – Corte y vista frontal de un modelo típico de cabeza magnética que muestra el núcleo con sus entrehierros, la bobina y la guía de presión.

que la cabeza debe poder imanarse y desimanarse con rapidez y por ende su remanencia magnética debe ser lo menor posible, al contrario de lo que pasa con el material aplicado sobre la cinta. Como el hierro acusa remanencia, debemos agregar otro material que no la acuse y lo más simple es agregar aire! Comencemos a observar una cabeza magnética como la que muestra la figura 39, en corte en la parte superior y de frente en la inferior. La forma del núcleo es una de las más usuales, si bien existen muchos que tienen forma de anillo. En la parte donde pasa la cinta necesitamos la abertura entre puntas del núcleo, a la cual se llama *entrehierro frontal*; como el mismo es insuficiente para reducir la remanencia del hierro, se dispone otro entrehierro en la parte posterior, al que se llama precisamente *entrehierro posterior*. Los espesores de los entrehierros son variables, pero son del orden del milésimo de milímetro para el frontal y unas 10 veces mayor para el posterior.

Hay cabezas grabadoras con una sola bobina, en cuyo caso se coloca en la posición que muestra la figura 39; otras tienen dos bobinas y entonces va una en cada rama lateral. El eje vertical de la cabeza, entendiéndose que nos referimos a la posición de ese eje en la figura, ya que en los grabadores puede tener posición vertical u horizontal, es el eje de los entrehierros y debe ser exactamente perpendicular al plano de la cinta. Como al fijar la cabeza puede alterarse tal perpendicularidad, las cabezas tienen tornillos correctores para ajustar la condición antedicha. En la figura 40 se muestra ese ángulo en el dibujo de la derecha. Y el de la izquierda muestra otro ángulo que debe ser rigurosamente de 90 grados y es el que forma un plano paralelo a las chapas del núcleo con el plano de la cinta; también hay un tornillo de corrección para esta segunda verificación de perpendicularidad.

La cinta debe deslizarse lo más cerca posible del entrehierro frontal, prácticamente rozando con las puntas del núcleo. Para tal finalidad se coloca una lámina metálica elástica revestida de fieltro que la presiona contra la cabeza, y que se puede ver en la figura 39, vista superior; se la llama *guía de presión.*

La cabeza magnética debe ser protegida contra la influencia de campos magnéticos extraños porque los mismos modificarían la grabación. Para ello se la envuelve con una lámina diamagnética a la que se llama blindaje y que también vemos en la figura 39. En la parte frontal, donde pasa la cinta, el blindaje tiene un corte en forma de ventana para permitir que la cinta se acerque al entrehierro, según hemos explicado.

Lo dicho acerca de campos magnéticos extraños es válido para los campos magnéticos que accidentalmente se produjeran en el núcleo de la cabeza. Tal podría ser el caso de que se quisiera probar la

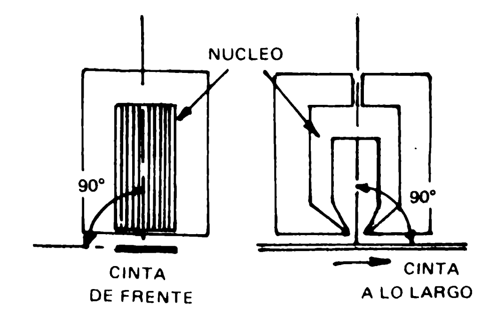


Fig. 40. Aquí se ven los dos juegos de planos que deben ser perpendiculares para evitar deformaciones en la grabación de la cinta.

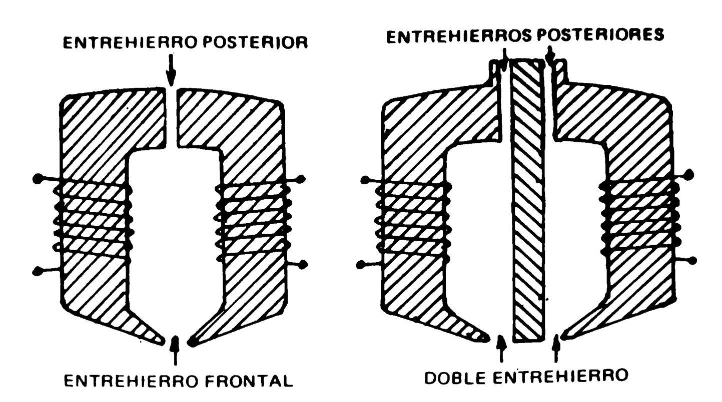


Fig. 41. Vista desde arriba de los dos tipos de cabezas magnéticas, una con entrehierro simple y la otra con entrehierro doble.

continuidad de la bobina con un óhmetro, el cual usa para esa prueba corriente de una batería o sea continua. Nunca debe hacerse pasar corriente continua por la bobina de una cabeza magnética. La prueba de continuidad debe hacerse con alterna o quitando la bobina del núcleo.

La cabeza ilustrada en la figura 39 es de una sola bobina y un solo entrehierro frontal. Hay cabezas que reparten la bobina en dos mitades, una en cada rama lateral, tal como se ve en la figura 41 a la izquierda. Esto permite reducir el tamaño de la cabeza y realizar equipos más compactos. Para cabezas de grabación las dos bobinas suelen conectarse en paralelo, para disponer de mayor intensidad de campo magnético. A la izquierda se ve una cabeza doble, es decir con dos entrehierros frontales. El objeto es combinar en un solo bloque dos cabezas, sea una de grabación y otra de reproducción o una de grabación y otra de borrado, siempre con la tendencia de reducir tamaños.

La cabeza de reproducción

El proceso de la reproducción de una cinta grabada ya ha sido explicado muy brevemente para la figura 16 pero no requiere un gran desarrollo si tenemos presentes las leyes de la inducción electromagnética. En efecto, la figura 15 nos explicó que si movíamos un imán cerca de una bobina en la misma aprecía una tensión inducida por el hecho de que el campo magnético que atravesaba la bobina era variable, en este caso por el movimiento del imán. Pero un campo puede ser variable de hecho, y si recordamos la figura 18, en la cual al pasar la cinta por la cabeza de grabación quedaba impresa en ella una magnetización variable, podemos imaginar lo que sucede si hacemos pasar esa cinta por una cabeza magnética, en la cual su bobina la dejamos sin alimentar con corriente, es decir abierta, tal como lo vemos en la figura 42.

En el entrehierro, mientras la cinta no se mueva no hay variación del campo magnético, pues el que tiene la cinta tiene un valor cualquiera pero no sufre alteraciones, pero en cuanto hacemos deslizar la cinta las densidades magnéticas son variables y entonces se producirán en el entrehierro variaciones concordantes de la densidad magnética y ello hará que se induzca en la bobina una tensión eléctrica. ¿Cómo será esa tensión? Es fácil la respuesta, pues tal tensión seguirá las variaciones, en valor y signo, de las variaciones de magnetización de la cinta. Si colocamos un instrumento capaz de darnos una imagen gráfica de los fenómenos eléctricos variables en su pantalla, instrumento que existe y se llama osciloscopio, podremos visualizar la forma de onda con que se grabó la cinta o, por lo menos, una gráfica muy parecida a ella, desigualdad que será explicada más adelante.

Como lo que obtenemos a la salida es una tensión, interesa que la misma tenga la máxima

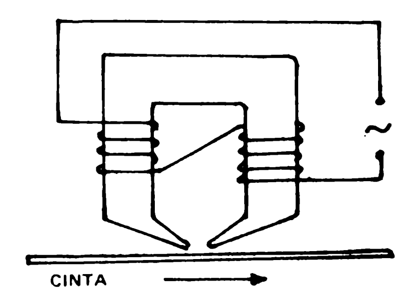


Fig. 42. En la bobina de la cabeza lectora o de reproducción se induce una tensión eléctrica proporcional a las variaciones de la densidad magnética grabada en la cinta.

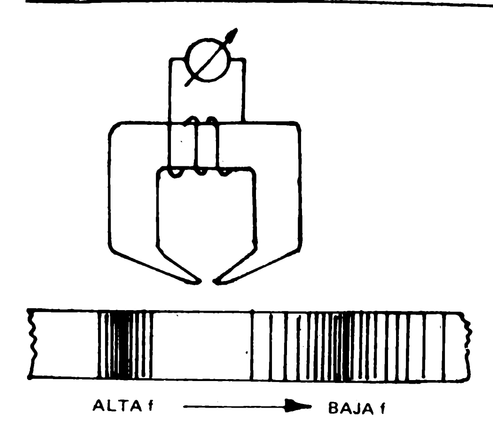


Fig. 43. - Forma como se produce la inducción en la cabeza lectora; a frecuencias bajas la tensión es menor que a frecuencias altas aunque la amplitud de grabación sea la misma.

amplitud para que el amplificador a que se la aplicará requiera menor grado de amplificación. Por ello hemos conectado las dos bobinas del núcleo en serie, manera de obtener doble tensión que si estuvieran en paralelo. En el caso de la cabeza de grabación, como la densidad magnética obtenida dependía de la corriente en la bobina, las conectábamos en paralelo, para duplicar la intensidad del campo magnético obtenido.

Pero hay una particularidad en la tensión inducida que es muy importante y que debe ser explicada. Para ello acudimos a la figura 43 que muestra una cabeza lectora bajo la cual pasa la cinta, la cual ha sido rebatida para verla por su cara grabada. Aparecen rayas magnéticas de distinta frecuencia pero de la misma amplitud, o sea que se han grabado dos señales de idéntica amplitud, pero una de frecuencia alta y la otra de frecuencia baja. La magnetización de frecuencia alta produce rápidos barridos en la bobina y la de frecuencia baja produce barridos lentos y como la tensión inducida es mayor a medida que aumentamos la velocidad del movimiento en el caso que ilustramos en la figura 15, ocurrirá que la tensión inducida por señales de frecuencias altas es mayor que la que inducen señales de frecuencias bajas. Esto se traduce técnicamente en que la amplitud de la tensión inducida es proporcional a la velocidad de variación del campo magnético.

¿Cuál es la consecuencia de esta diferencia en nuestro caso? Que tensiones de señal de igual amplitud no producen tensiones en la cabeza lectora de igual nivel sino que el mismo depende del valor de la frecuencia de la señal grabada. Esto ocasiona lo que se llama deformación de frecuencia y la corrección del inconveniente será tratada en este mismo capítulo al ocuparnos de la ecualización.

Volviendo al tema de la cabeza de reproducción o lectora, llegamos a la conclusión de que una cabeza grabadora y una reproductora tienen diferencias en la manera de conectarlas pero no constructivas. Tan es así que muchos grabadores tienen una sola cabeza para las dos funciones y cuando se quiere grabar se coloca la llave selectora en la posición *grabación*, con lo que se introducen cambios en el circuito eléctrico, pues la bobina debe recibir la señal de audio que se aplica a la entrada del grabador. Cuando se quiere reproducir el sonido grabado en la cinta la llave selectora se coloca en la posición *reproducción* y entonces la llave quita la conexión de la bobina a la entrada de señal y la conecta a la entrada del amplificador de señal.

Los grabadores profesionales no usan la misma cabeza para grabar y reproducir porque en tal situación no se puede verificar lo que se está grabando. En efecto, si cuando se está grabando conectamos un monitor o sea un amplificador alimentado por sonido de la cabeza reproductora independiente, oiremos lo que se está grabando al mismo tiempo que tal grabación está ocurriendo. Este refinamiento no se disfruta en los grabadores económicos o portátiles, porque al aumentar el número de cabezas aumenta el tamaño y el costo, especialmente cuando deben colocarse varias cabezas, como veremos que se hace para usar cintas multipistas. La figura 41 nos mostró a la derecha una cabeza de doble entrehierro, que puede ser un ejemplo de cabeza grabadora y reproductora separadas, pero es más común que ese tipo sea usado para grabar-reproducir y para borrar.

El borrado de la cinta

La primera idea que surge para borrar la grabación en una cinta a fin de poderla utilizar para una nueva grabación es someterla a un campo magnético, por ejemplo de un imán permanente;

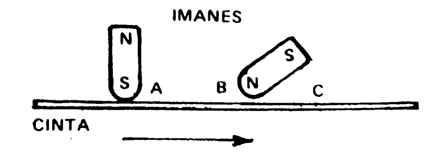


Fig. 44. Sistema de borrado económico y compacto mediante dos imanes permanentes colocados formando un ángulo casi recto entre sí.

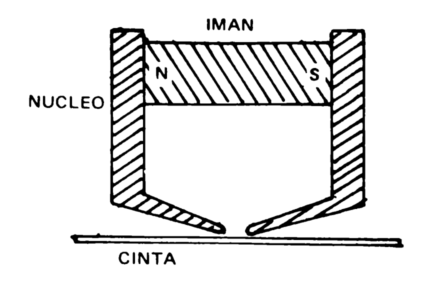


Fig. 45. – Cabeza de borrado a imán permanente más elaborada que se usa en algunos grabadores actuales.

claro, el fuerte campo del imán arrimado a la cinta va magnetizándola a lo largo de la misma y ya no quedará una magnetización variable sino una fija que llega hasta el límite de saturación. Luego, otro campo magnético de sentido contrario puede borrar esa imanación uniforme. La figura 44 muestra un sistema usado aún en grabadores compactos. Consiste en colocar dos imanes que forman entre sí un ángulo cercano a los 90 grados, uno de ellos con un polo contra la cinta y el otro con el polo de signo contrario. Cuando la cinta pasa por el primer imán, *zona A* se satura con el polo de signo contrario. Cuando la cinta pasa por el primer imán, se satura con un campo constante que tapa toda la grabación que contiene. Cuando pasa por el segundo, *zona B*, su campo contrario borra gran parte de esa imanación, pero queda un poco de sentido igual a la del primer imán, pero en la *zona C* se

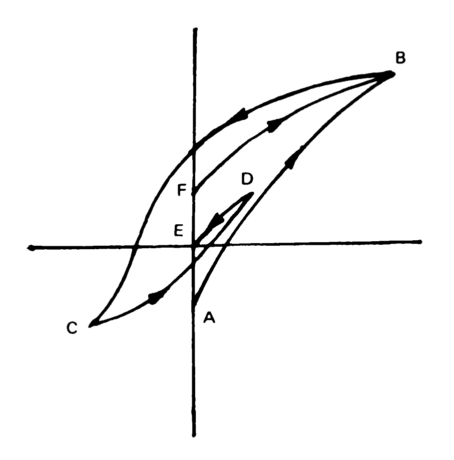


Fig. 46. – El borrado con un campo magnético alternado produce una serie de ciclos de histéresis de amplitud decreciente.

combinan los efectos de los dos polos del segundo imán, un fuerte Norte y un más débil Sud, con lo que se logra dejar la cinta con casi ninguna imanación. Como esto se usa para grabadores no profesionales, es evidente que se trata de una solución que reduce costo y tamaño. Algunos grabadores usan cabezas de borrado de imán permanente como la que muestra la figura 45, donde la cinta pasa primero por el borde *N* del entrehierro y después por el borde *S*, lográndose un efecto parecido al de la figura 44.

El borrado con imán permanente tiene el inconveniente de que deja un campo residual en la cinta que se traduce en ruido de fondo y que sólo es admisible en aparatos para uso de la palabra o cuando no se es exigente en cuanto a la calidad del programa. Posteriormente se desarrolló una técnica de pulsos de corriente continua, que producían el borrado por pasos sucesivos, pero la técnica actual utiliza el borrado con alterna, con una corriente de una frecuencia más bien alta, como para que se produzcan varios ciclos al paso de la cinta frente al entrehierro mientras ella se desliza. Se usa la misma frecuencia que para la polarización (figura 21), unos 50 a 70 KHz y desde ya adelantamos que se usa el mismo oscilador que produce la señal de polarización de la cinta para alimentar la bobina de borrado.

La cabeza de borrado tiene aspecto similar al que mostramos en la figura 39 y la bobina única se alimenta con la corriente alterna antes nombrada, creándose un campo magnético de esa frecuencia en el entrehierro. Cada ciclo de ese campo origina un lazo de histéresis, el cual desmagnetiza parcialmente la cinta, tal como lo muestra la figura 46. El comienzo del ciclo puede ser en la zona positiva, punto *F* o en la negativa, punto *A*, pero el ciclo sucesivo se cumple según *ABCDE*. La alternancia con que ocurre este proceso es la esencia del sistema y cuando la cinta pasó ya por el entrehierro queda prácticamente limpia de toda magnetización anterior.

Habíamos dicho que algunas cabezas tenían doble entrehierro, como la que se ilustró en la figura 41 a la derecha; bien, en ese caso suele usarse una de las ramas para el borrado y la otra para la grabación. Si pensamos en que la cinta pasa de izquierda a derecha, es lógico que debe encontrar primero la cabeza de borrado para que entre limpia en el proceso de grabación; luego, la rama de la cabeza que se usa para el borrado es la de la izquierda y para la grabación la de la derecha.

Cuando se usan tres cabezas independientes para las tres operaciones del grabador, el orden de colocación a lo largo de la cinta es el que marca la figura 47. Ello es lógico, puesto que primero lim-

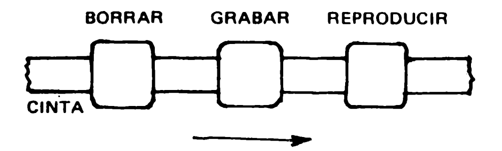


Fig. 47. – Orden de colocación de las cabezas de borrado, grabación y lectura o reproducción en grabadores que usan tres cabezas.

piamos la cinta, luego la grabamos y de inmediato, por medio de un monitor, podemos controlar lo que se está grabando. Si cambiamos el orden de cualquiera de las cabezas se comprobará que no se puede lograr el resultado lógico antes enumerado.

Dijimos que la corriente para alimentar la bobina de borrado es la misma que se usa para la polarización de la cinta con alterna, según el procedimiento más difundido en la actualidad. Pero el caso es que para la polarización basta una corriente de muy pequeña intensidad, mientras que para el borrado se requiere un fuerte campo magnético y ello requiere a su vez una corriente de alta intensidad, que en algunos casos llega a los 200 y más miliamperes. Entonces, como veremos cuando analicemos los circuitos de grabadores, el oscilador de polarización alimenta directamente a la cabeza de grabación, pero para la de borrado se requiere un amplificador adicional que sea capaz de entregar el valor adecuado de intensidad de corriente.

En el caso de cabezas combinadas para grabación y borrado, caso ilustrado en la figura 41 a la derecha, las bobinas de ambas se conectan en serie y pasa por ellas la corriente del oscilador de polarización con la amplificación correspondiente. Como el borrado se produce antes de la grabación, actúa esa corriente en la cabeza de borrado produciendo el campo alterno ya mencionado y deja la cinta limpia. Posteriormente, en otra pasada se produce la grabación del programa. Es de notar que todas esas combinaciones que se hacen para simplificar los grabadores reduciendo peso, tamaño y costo, ocasionan algunas limitaciones y algunos problemas, por lo que nunca se las encuentran en los grabadores profesionales sino en los portátiles y los de uso familiar. Para exigentes la operatividad es más completa con tres cabezas independientes y el resultado de la grabación y reproducción más perfecto. El tema que sigue nos demostrará algunos detalles referentes a estos problemas.

Curvas de respuesta

Hay razones para que el nivel de reproducción de una cinta magnética no coincida con el de la señal original en sus variaciones a distintas frecuencias. Es decir que si consideramos una frecuencia central de 1.000 ciclos por segundo (1 KHz) y a esa frecuencia tenemos un nivel de salida que guarda con el de grabación una proporción dada por las constantes amplificadoras del circuito eléctrico del grabador, ocurre que esa proporción no se mantiene a frecuencias menores y mayores que esa central. Y ocurre que esa deformación de ganancia depende de la velocidad de deslizamiento de la cinta, siendo menor para velocidades mayores, cosa que ya ha sido comentada.

Para frecuencias altas, o sea mayores que la central de referencia, hay dos razones principales que ocasionan esa pérdida de salida. Una es que los imanes elementales atómicos son muy pequeños y tienen sus polos *N* y *S* muy cerca, por lo que tienden a nuetralizarse, fenómeno que es más marcado a medida que aumenta la frecuencia de la señal con que se produce la imanación. Otra es que al usar el sistema de polarización de la cinta con alterna de frecuencia alta, la misma actúa en cierta forma como una señal de borrado, efecto que se va acentuando a medida que se eleva la frecuencia de la señal magnetizadora. Este efecto también depende de la velocidad de pasaje de la cinta y se va aminorando a medida que usamos velocidades mayores. Ello ocurre porque a movimientos rápidos el efecto de borrado es tan fugaz que no llega a producir ese borrado intruso.

En las bajas frecuencias actúan los zumbidos residuales de línea que se originan en el transformador de alimentación y en el motor impulsor de la cinta y que pese al blindaje de las cabezas algo llega al proceso de grabación. Ese zumbido, al que se agregan otros ruidos debidos a que habiendo movimiento siempre aparecen componentes de desplazamiento que actúan sobre la cinta, constituyen en conjunto lo que se llama ruido residual o de fondo. Su magnitud depende de la perfección constructiva del grabador, del espesor y velocidad de la cinta y de otros factores de menor importancia.

Veamos ahora las curvas de respuesta, así llamadas las que dan la ganancia de reproducción según la frecuencia de la señal magnetizante. Las mismas se dan en gráficos como lo muestra la figura 48 en el cual se toman en el eje horizontal o de abscisas las frecuencias en escala logarítmica y en el eje vertical o de ordenadas las ganancias o niveles de la señal de salida de la cabeza magnética.

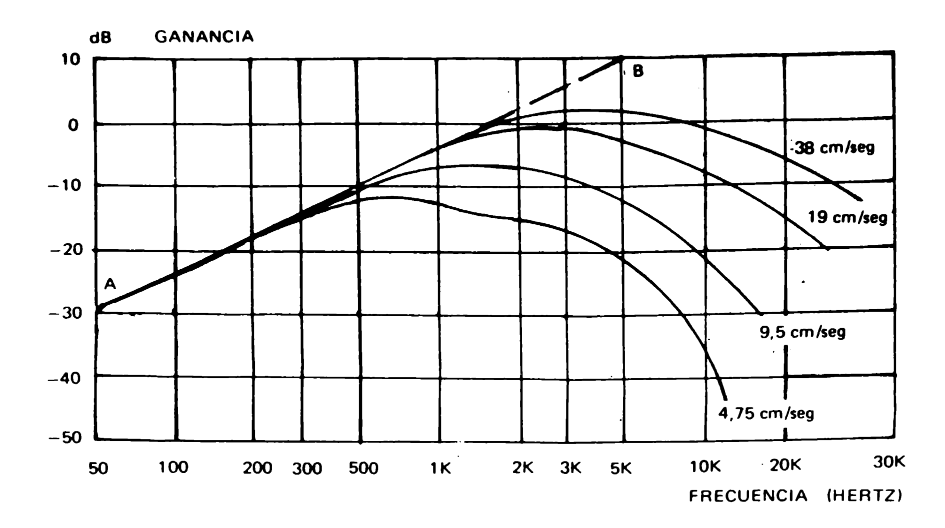


Fig. 48. – Curvas que dan la ganancia o nivel de salida para distintas velocidades de desplazamiento de la cinta y recta teórica que da esa salida.

Esta ganancia se expresa en la unidad decibel (dB) la cual está dada por la relación de la tensión de salida con respecto a una tensión de referencia y obteniendo el logaritmo de esa relación según la expresión:

$$dB = 20 \log \frac{E_2}{E_1}$$

Es decir que el nivel dado en dB es igual a 20 veces el logaritmo decimal de la relación o ganancia de tensiones entre la salida y la entrada. No debe preocupar la operación matemática indicada pues hay tablas que dan directamente el resultado.

Pero antes de analizar las curvas que vemos en la figura 48 hay que hacer una importante consideración, que se refiere a la recta *AB* que vemos en la misma. El fenómeno magnético que ocurre al grabar y reproducir una cinta se cumple siguiendo las leyes del electromagnetismo según lo explicado para la figura 43. Bien, al pasar la cinta por la cabeza reproductora o lectora, sus variaciones de densidad magnética inducen una tensión eléctrica en la bobina, y la magnitud de esa tensión depende de la velocidad de variación del campo magnético. Dicho en otras palabras cuanto más veces por segundo varíe el campo magnético mayor será la tensión inducida. Esto quiere decir que la tensión de salida será naturalmente mayor a medida que aumenta la frecuencia de la señal grabada y en forma directamente proporcional. Luego la respuesta de salida seguirá una línea recta, inclinada hacia arriba hacia la zona de las frecuencias altas, recta *AB* del gráfico de la figura 48.

Esta recta debería prolongarse en el gráfico hasta la frecuencia de 30 KHz que hemos tomado como límite de operaciones, pero no se ha dibujado esa parte del gráfico porque tal recta es totalmente teórica, dadas las razones por las cuales se produce una falta de cumplimiento a tal ley de proporcionalidad para las frecuencias altas.

Cuanto más alta sea la velocidad de desplazamiento de la cinta menos infuencia tienen los factores que producen atenuación en el nivel de salida, por lo que es fácil comprender que las cuatro curvas que aparecen en la figura 48 representan los niveles de salida para las cuatro velocidades usadas en los grabadores y cada una de ellas va cayendo más a medida que corresponde a una velocidad inferior. También es comprensible que los grabadores profesionales de muy alta calidad usen las velocidades más altas, mientras que los que emplean cajas compactas para la cinta, en los que se usan velocidades menores para que en rollos pequeños quepa mayor duración de programa, haya que conformarse con curvas de mayor caída de nivel en las frecuencias altas. Por ejemplo, a la velocidad de 4,75 cm/seg la caída es tan notable que se limita la frecuencia de grabación a 10 KHz en las cassettes, que son las que usan esa velocidad. Para la velocidad de 9,5 cm/seg usada en magazines y elcasets ya la caída de nivel en frecuencias

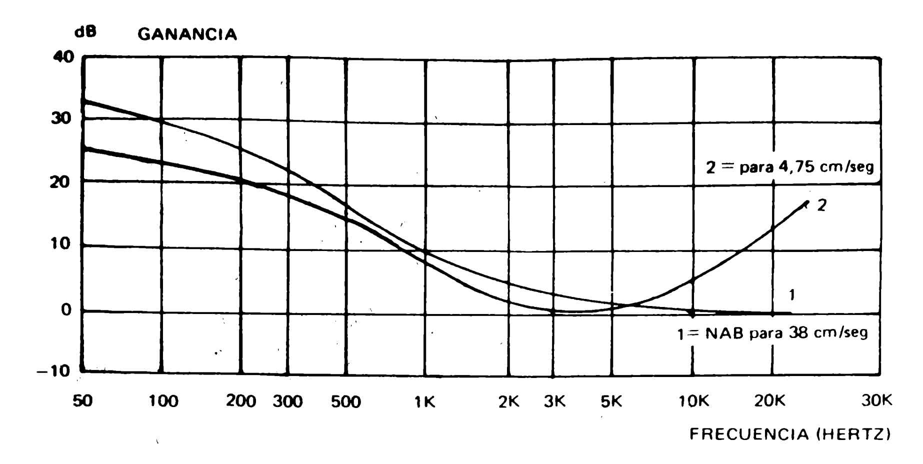


Fig. 49. – Curvas típicas de ecualización para corregir las deformaciones o pérdidas de nivel en la reproducción. La curva (1) es la propuesta por NAB para cintas de 38 cm/seg; la curva (2) es para velocidad de 4,75 cm/seg.

altas no es tan notable como en la anterior y suele grabarse hasta 12 KHz en los magazines y hasta 15 KHz en los elcasets.

Ecualización de la respuesta

Hemos visto que las curvas del nivel de salida o curvas de respuesta distan mucho de ser *planas*, nombre que se da a tales curvas cuando son rectas paralelas al eje horizontal. De la observación de la figura 48 surge que a bajas frecuencias se produce una inclinación hacia el eje horizontal debido al propio proceso, por la proporcionalidad entre la tensión inducida y la velocidad de variación de la densidad magnética, tal como se explicó más arriba. A frecuencias altas se produce una curvatura descendente debido al efecto de borrado parcial que ocasiona la señal de polarización de la cinta y otras causas. Estos dos fenómenos pueden corregirse por vía electrónica en los circuitos de tratamiento de la señal que entrega la cabeza lectora; veamos esto porque es sumamente interesante.

Un proceso que corrija una curva de respuesta para llevarla a una forma más conveniente se llama *ecualización*. En el caso de la señal que sale de la cabeza lectora necesitamos corregir las dos caídas en la curva de respuesta y para ello puede trazarse previamente la curva necesaria de ecualización. La figura 49 muestra dos curvas, una que hemos marcado con el N° 1 corresponde a cintas para velocidades de 38 cm/seg y es la aconsejada por una entidad cuya sigla es NAB (de: National Association of Broadcasters de los EE.UU.) que tiene mucho prestigio en problemas de sonido. Para velocidades de 19 y de 9,5 scm/seg se tienen curvas similares que presentan mayores subidas en las zonas de frecuencias bajas y altas. La curva N° 2 de la figura 49 es la que da la ecualización para la velocidad de 4,75 cm/seg., que como sabemos, es la usada en las cassettes.

Este tipo de ecualización se realiza en el proceso de grabación antes de usar la cabeza lectora y entonces se llama *pre-ecualización*; se actúa en el circuito preamplificador que procesa la señal de audio que proviene de la fuente sonora y que finalmente será aplicada a la cabeza grabadora. La segunda ecualización se hace sobre la señal que sale de la cabeza lectora en el preamplificador previo

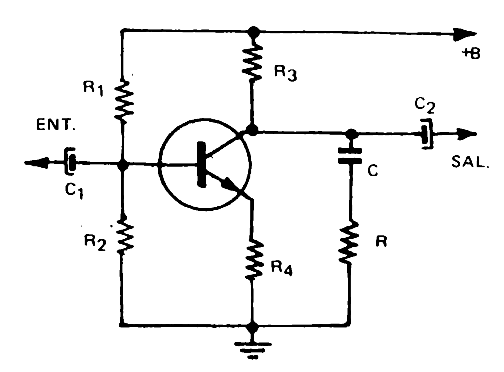


Fig. 50. Circuito típico para lograr la ecualización en la zona de las frecuencias bajas en una etapa preamplificadora.

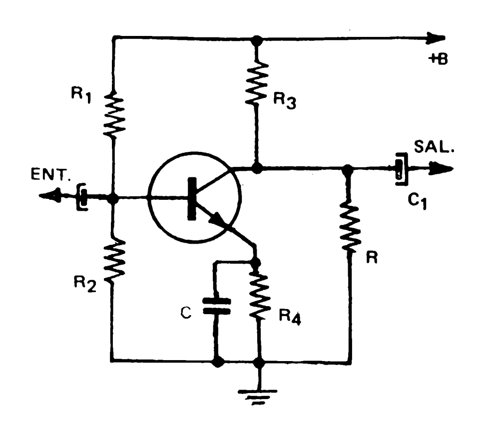


Fig. 51. – Circuito típico para lograr ecualización en las frecuencias altas mediante realimentación por emisor.

al amplificador de potencia, y se llama *post-ecualización.* Es general que se repartan en forma conveniente los dos procesos ecualizadores, dándose preferencia a la que se hace sobre las frecuencias altas en la pre-ecualización y a la que se hace sobre las frecuencias bajas en la post-ecualización.

Es interesante conocer los principios usados en los procesos de ecualización si bien el tema pertenece al análisis de los circuitos generales de los grabadores. A manera de anticipo, observemos las figuras 50 a 52.

La figura 50 muestra una típica etapa de un preamplificador a transistores. Los resistores R_1 y R_2 forman el divisor de tensión para polarizar la base del transistor, el cual por ser *NPN* lleva tensión positiva en ese electrodo. R_4 da la polarización protectora al emisor y R_3 es la resistencia de colector. Los capacitores C_1 y C_2 están para aislar las tensiones continuas de las etapas previas y posteriores. Ahora veamos el resistor *R* de carga y del cual se toma la señal de salida; el mismo aparece en serie con el capacitor *C.* La impedancia de un capacitor disminuye al aumentar la frecuencia o aumenta al disminuir ésta. Luego, las señales de frecuencias bajas encontrarán una impedancia alta en el capacitor y las frecuencias altas la encontrarán baja. O sea que la impedancia del circuito de salida tendrá un valor que aumenta al bajar la frecuencia. Como la tensión de salida es proporcional a la impedancia de carga, se nota que este circuito presentará mayor ganancia a frecuencias bajas y así habremos obtenido ecualización para corregir la caída de la izquierda en las curvas de la figura 48

Ahora veamos el circuito de la figura 51. Allí tenemos la misma etapa preamplificadora, pero el capacitor *C* está en paralelo con el resistor de emisor del transistor. La impedancia de *C* se reduce a medida que aumenta la frecuencia y al estar derivado sobre R_4, el conjunto tendrá una impedancia que disminuye al aumentar la frecuencia y por tanto la ganancia del transistor aumentará a frecuencias altas por cambio del punto de trabajo. Se logra así levantar la curva de salida en frecuencias altas.

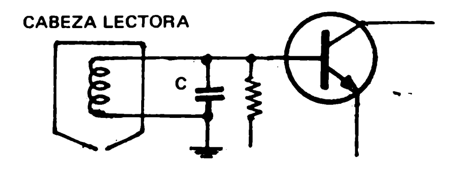


Fig. 52. – Produciendo resonancia de la bobina lectora con un capacitor se logra también ecualización en las frecuencias altas.

Otra manera de aumentar la ganancia a frecuencias altas se ve en la figura 52 y consiste en colocar un capacitor *C* derivado sobre la bobina de la cabeza lectora. Su valor se buscará de manera que provoque resonancia a la frecuencia central de la zona que se desea ecualizar; por ejemplo, para la curva 2 de la figura 49 la frecuencia de resonancia debería ser 15 KHz, lo que provocaría un fuerte incremento de la salida de la cabeza lectora en esa frecuencia que se prolonga hasta los 5 KHz y se lograría el efecto buscado.

Día 5

El estudio de las cintas magnéticas nos ha llevado desde los principios del electromagnetismo al conocimiento de los materiales con que se hacen tales cintas, cómo se las enrolla en carretes abiertos o encapsulados y finalmente a estudiar la forma como se graba en las cintas un programa de sonido con o sin borrado previo, ya que podía haber algo grabado antes o ser una cinta virgen; finalmente se trató sobre la lectura de la cinta grabada o sea la reproducción del sonido grabado para escucharlo en un parlante. Pero si bien se hicieron algunas menciones al hecho de que la cinta admitía varias pistas de grabación, hemos supuesto que había una cara de la misma cubierta con la película magnetizable, sin que tal película estuviera dividida en franjas longitudinales, en pistas, cada una de las cuales puede usarse para grabar diferente programa, aunque a veces dos programas en pistas distintas están vinculados entre sí por tratarse de un programa estereofónico. Y todavía puede mencionarse a la vinculación de cuatro pistas cuando se quiere usar la moderna tetrafonía, pero todo este temario así ligeramente esbozado será motivo del desarrollo que encararemos en la presente jornada, que nos llevará desde el simple hecho de considerar las cintas multipistas hasta la ubicación y cantidad de cabezas magnéticas que se usan para aprovechar la ventaja que da el disponer de mayor espacio para grabar. Planteado el tema procedamos a abordarlo, ya que es sumamente interesante.

LAS CINTAS MULTIPISTAS

Sea por la necesidad de aumentar la duración del programa garbado en una cinta, o por el advenimiento de la estereofonía, en la década del 50 comenzaron a aparecer grabadores que ponían dos pistas en la cinta. Ello acarreó problemas de investigación sobre materiales magnéticos y sobre blindajes adecuados, porque hasta ese momento la cinta tenía un recubrimiento de óxido férrico que ocupaba casi todo el ancho y nadie se preocupaba por las acciones que pudiera haber entre un borde y el otro, ya que en sentido transversal el programa grabado era el mismo, tal como se representó en la figura 18. La idea de dividir esa capa magnetizable en dos mitades en el sentido del ancho obligó a pensar en dos problemas fundamentales. El primero era que en menor espacio, menos de la mitad del ancho de la cinta, debía grabarse la señal con la misma eficacia con que hasta ese momento se lo hacía en todo el ancho. El otro problema era que la cabeza magnética apoyaba contra toda la cinta y debía magnetizar solamente una franja de la misma dejando la otra completamente libre de imanación.

Estos dos problemas fueron resueltos pero no solamente para formar dos pistas en la cinta sino que después se colocaron cuatro y posteriormente ocho y aún existen cintas para otros fines que la de grabar sonido que cuentan con mayor cantidad de pistas. Es evidente que la tecnología y la investigación deben seguir a las exigencias del mercado y casi siempre las complacen.

La cinta de dos pistas

Después de las breves consideraciones iniciales encaremos la forma cómo se logra la cinta con dos pistas o bandas sonoras, cuya disposición esquemática se ilustra en la figura 53. La emulsión magnética se coloca en dos partes paralelas a lo largo de la cinta, dejando entre ellas una parte no magnetizable o neutra, a la que suele llamarse *isla*. Las bandas magnetizables se denominan *pistas*. No es fácil distinguir por simple observación visual si una cinta es de una o de más pistas porque el recubrimiento abarca a todo el ancho y no se distingue qué franjas y cuántas tienen material magnético.

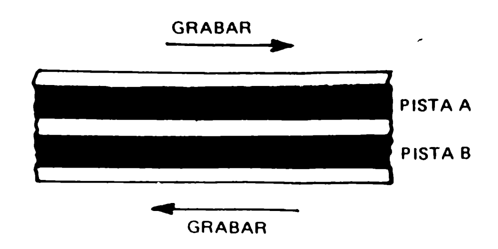


Fig. 53. Forma de disponer dos pistas en una cinta magnética mediante el artificio de dividir en dos franjas la capa ferrosa.

Suelen usarse letras o números para distinguir las dos pistas y lo más común es llamarlas *A* y *B* y esa es la denominación que tienen las cassettes en sus dos caras, una de las cuales corresponde a una de las pistas de la cinta y la otra a la segunda pista. Las cintas de dos pistas se denominaron al principio como de *bandas gemelas* (twin track) y no es raro encontrar tal denominación en publicaciones actuales, pese a que las modernas cintas multipistas tienen 4 y 8 pistas para usos generales.

Ya que hemos mencionado cintas multipistas de dos hasta ocho pistas, veamos las dimensiones de las mismas para el caso de cintas de 6,35 mm de ancho, que es la que se usa para carretes, magazines y elcasets. Las dimensiones para la cinta de las cassettes se dieron en la figura 29. La figura 54 da las dimensiones a lo ancho de la cinta de las pistas y los espacios vacíos, es decir las islas, para cintas de dos, cuatro y ocho pistas, que son las existentes en la mayor parte del mercado. Así la cinta de 2 pistas las tiene con ancho de 2,5 mm (0,1") cada una, separadas por una ista de 1,2 mm (0,04") de ancho; las de cuatro pistas reducen esos anchos a algo menos de la mitad, pues las pistas tienen 1,2 mm de ancho y las islas 0,4 mm. Y la cinta de ocho bandas tiene pistas de 0,5 mm de ancho separadas por islas de 0,3 mm. Estas últimas cifras nos hacen pensar sobre la maravillosa tecnología empleada para que la magnetización de una pista tan angosta no influya en la vecina, separada de ella apenas por 0,3 mm.

Volviendo a la figura 53, vemos que se han marcado afuera de la cinta dos flechas, las que indican la dirección de la grabación para ambas pistas. El caso es que teniendo un carrete con cinta de dos pistas, puede grabarse sobre una pista con una cabeza magnética cuya ventana enfrente a esa pista y luego que tenemos grabada toda la longitud de la pista, que es la misma que la de la cinta, volvemos atrás pasando la cinta al carrete nuevamente y procedemos a grabar la otra pista, la inferior, con otra cabeza magnética o bajando la ubicación de la única que haya hasta que la ventana dé sobre la segunda banda o pista *B*. Entonces procedemos a grabar en la segunda pista.

Otra variante es disponer dos cabezas, cada una con su ventana aplicada sobre una de las pistas, digamos una sobre la *A* y otra sobre la *B*. A la cabeza *A* le aplicamos la señal del canal derecho de un sistema estereofónico y a la cabeza *B* la señal del canal izquierdo. Una vez que hemos grabado la cinta tenemos un programa estéreo y para reproducirlo usamos las dos cabezas como lectoras y aplicamos sus salidas, una a la entrada del canal derecho y otra a la entrada del canal izquierdo de un amplificador estereofónico y tendremos el programa original. Así se usan estas cintas cuando se dispone de carretes abiertos ya que ellos permiten grabar y luego reproducir, siguiendo la misma secuencia que se usó en la grabación.

Pero las flechas colocadas en la cinta de dos pistas de la figura 53 dan otra posibilidad y es la de grabar primero la pista *A* con la cabeza en posición por encima del eje de la cinta y luego, cuando

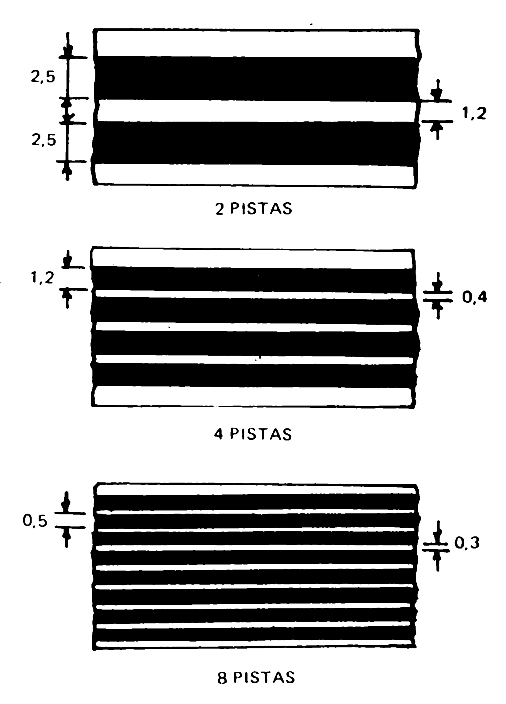


Fig. 54. Dimensiones típicas de anchos de pistas y de islas en las cintas magnéticas de dos, cuatro y ocho pistas.

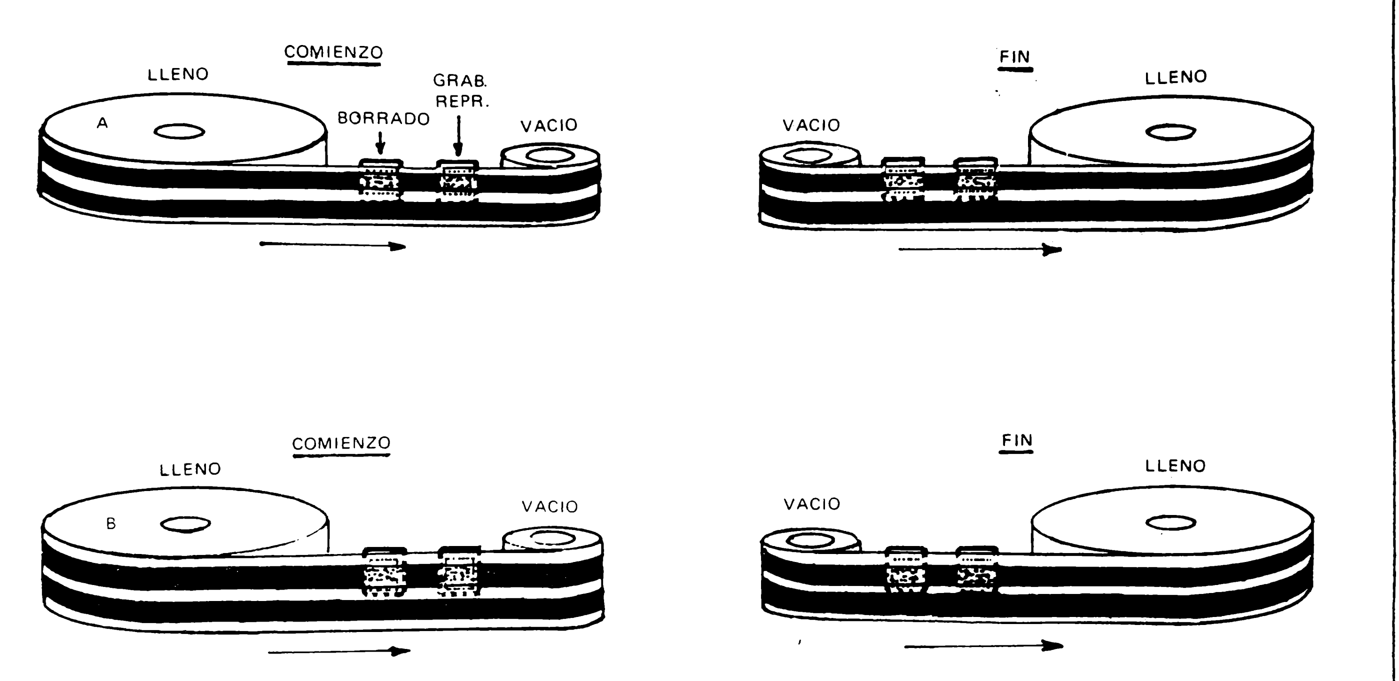


Fig. 55. Vista en cuatro etapas del proceso de grabación o de reproducción por el sistema llamado de ida y vuelta.

el carrete de la derecha queda lleno y con la pista *A* completa, darlo vuelta, pasarlo al eje impulsor de la izquierda, con lo cual la pista *B* queda en la posición superior y la flecha inferior de la figura 53 toma la posición y el sentido de la superior. Acto seguido podemos grabar la pista *B*, puesto que la cabeza tiene su ventana enfrentada con ella. Este sistema se llama de *ida y vuelta*.

Lo que acabamos de explicar es muy importante y vale la pena extender las consideraciones formuladas. La figura 55 nos aclara la situación. Hay cuatro momentos importantes de la situación que explicamos más arriba. Uno es cuando se inicia la operación y tenemos toda la cinta virgen, el carrete de la izquierda lleno y el de la derecha vacío. Las cabezas de borrado y de grabación tienen sus ventanas enfrentadas con la pista *A* y el carrete tiene en su parte superior la letra *A* indicadora de la pista que se va a grabar. Se procede a grabar aplicando señal de audio a la cabeza grabadora; si la cinta está virgen, la cabeza de borrado queda sin actuar pero si hay una grabación anterior, se la conecta y entonces se efectúa la nueva grabación sobre la cinta limpia. Este proceso termina cuando el carrete de la izquierda queda vacío y el de la derecha queda lleno, lo que indica que la pista *A* está totalmente grabada.

Llega ahora el tercer momento importante y procedemos a quitar el carrete lleno que tenemos a la derecha y pasarlo a la izquierda dándolo vuelta para ver arriba la cara *B*; al mismo tiempo pasamos el carrete vacío a la derecha, dándolo vuelta también. En este momento observamos que las ventanas de la cabeza enfrentan a la pista *B* y procedemos a grabarla con la continuación del programa o con otro. Cuando se termina la cinta el carrete de la izquierda queda vacío y el de la derecha queda lleno, cuarto momento de la operación. Ahora retirando el carrete lleno lo tenemos totalmente grabado y en condiciones de pasar primero el programa *A* y luego el *B*.

4 PISTAS ESTEREO

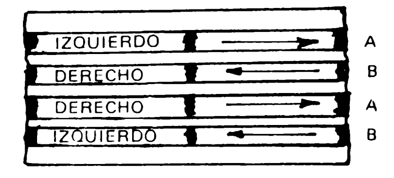


Fig. 56. – Forma de disponer cuatro pistas magnéticas en una cinta reduciendo los anchos de pistas e islas. Se indica la ubicación de canales de ida y vuelta para sistema estereofónico.

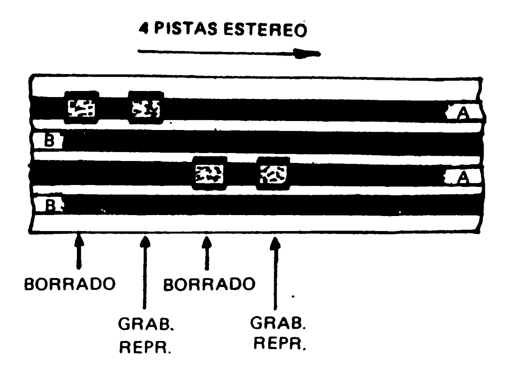


Fig. 57. – Ubicación de las cabezas magnéticas en la cinta de cuatro pistas para el sistema de ida y vuelta.

Lo que acabamos de explicar nos muestra cómo puede simplificarse la grabación en dos pistas en los carretes sin necesidad de desenrollar la cinta para envolverla al principio, pero aclara otro asunto más importante. En efecto, si pensamos que los carretes de los magazines, cassettes y elcasets son inaccesibles, pues están dentro de cápsulas cerradas hemos visto la manera cómo trabajan porque así lo han dispuesto sus fabricantes. En efecto, la cassette, el magazine con rodillos de ejes paralelos y el elcaset tienen posiciones internas idénticas a las planteadas en la figura 55 y entonces se comprende que ese será el modus operandi. Los magazines de dos carretes sobre un único eje tienen distinta disposición constructiva pero el mismo principio operativo antes explicado. Así que la figura 55 nos aclara sobre el sistema de grabar dos pistas en los carretes encapsulados y el modo conveniente de hacerlo en carretes abiertos; con ellos se justifican ahora las dos flechas puestas en la figura 53.

Cintas de cuatro pistas

Dijismo que con la cinta de dos pistas se podía grabar un programa estéreo y explicamos la manera de lograrlo, pero no disponemos de las ventajas del sistema visto en la figura 55. Para ello necesitamos una cinta de cuatro pistas como la que muestra en forma sintética la figura 56. Hay dos pistas *A* y dos pistas *B* colocadas alternadas y entonces, para grabar un programa estereofónico, usamos para el canal izquierdo la primera pista *A* y para el derecho la segunda pista *A*. Cuando termina la cinta damos vuelta el carrete, como en la figura 55 y grabamos el canal izquierdo con la continuación del programa en la primera pista *B* y el derecho en la segunda pista *B*. Pero adviér-

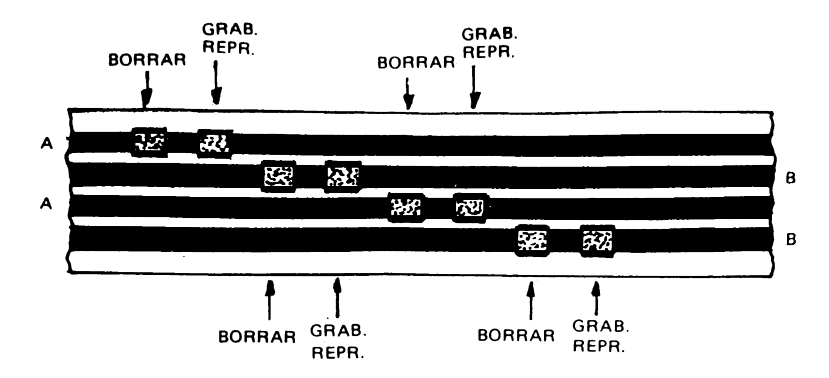


Fig. 58. – Ubicación de las ocho cabezas magnéticas en grabadores semiprofesionales que permiten cuatro grabaciones monoaurales o dos estereofónicas.

tase que al dar vuelta el carrete la primera pista *B* es la que vemos en la borde inferior y la segunda pista *B* es la que está colocada en la figura en segundo orden; si se tiene alguna duda conviene dar vuelta el libro como se hace con el carrete, de manera de ver la escritura cabeza abajo, pero así habremos girado la cinta y veremos cómo quedan las pistas en la segunda pasada.

Ahora viene la pregunta lógica: ¿Cómo quedan las cabezas de borrado y grabación en el sistema de cuatro pistas? – Como lo muestra la figura 57, es decir que sus ventanas enfrentan a la primera y tercera pista comenzando desde arriba, y el orden a lo largo de la cinta es: primero la de borrado y luego la de grabación-reproducción. Al dar vuelta el carrete o la cápsula que lo contiene quedan enfrentadas a las ventanas de las cabezas las pistas *B*, de la misma manera como ocurre en la figura 55 para el sistema de dos pistas.

El sistema de grabación para cintas de cuatro pistas que hemos descripto es el usado en equipos con carretes encapsulados (magazines, cassettes y elcasets) y en los de carrete abierto de tipo económico. Los grabadores llamados profesionales tienen mayor sofisticación, siempre con la tendencia de dar versatilidad y mejorar la calidad de las grabaciones. Véase por ejemplo el sistema que muestra la figura 58, que tiene cinta de cuatro pistas pero tiene ocho cabezas magnéticas, dos para cada pista. Esto permite grabar cuatro programas monofónicos, uno por pista, merced a la existencia de cabezas independientes. Se pueden grabar también dos programas estereofónicos independientes o dos vinculados, como podría ser un solista y una orquesta y después pasar el programa completo. Y también se puede usar con el sistema de la figura 55, conectando convenientemente las cabezas al sistema de entrada de sonido. El hecho es que nos

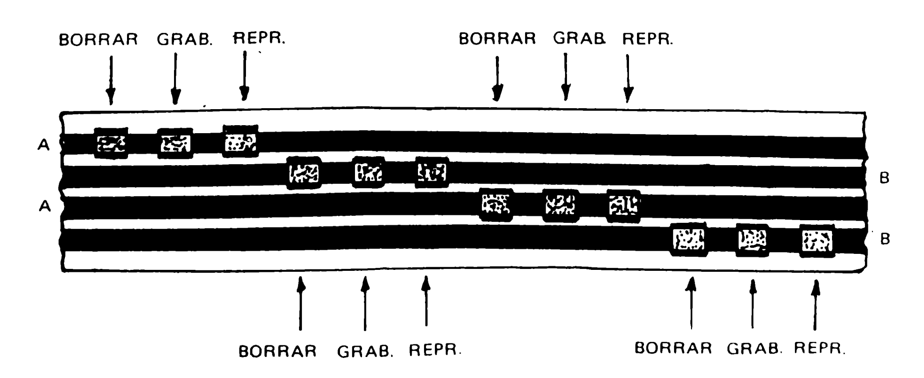


Fig. 59. – Ubicación de las 12 cabezas magnéticas en grabadores profesionales que permite, además de lo indicado en la figura 58, la verificación de la grabación durante la marcha.

da más posibilidades que el referido en la figura 57.

El sistema de la figura 58 ofrece mayor cantidad de posibilidades que el simple de la figura 57 tan usados para cassettes, pero queda un problema que no lo resuelve. Se trata de la verificación de lo que se está grabando mediante un monitor, tema del cual ya hemos hablado anteriormente. Para ello se requieren cabezas separadas de grabación y lectura o reproducción. Entonces, hay grabadores super profesionales que tienen doce cabezas, porque cada grupo tiene las tres cabezas necesarias: borrado, grabación y reproducción. La figura 59 nos muestra tal equipo con las ubicaciones de las cabezas al enfrentar las pistas.

Cabe aclarar que en las figuras 58 y 59 hemos puesto letras *A* y *B* a las pistas, lo que indica que con estos grabadores se puede usar el sistema de inversión explicado en la figura 55, pero también puede usarse de otra manera, como es la de superponer partes de programas estereofónicos provenientes de diferentes fuentes, tal como se dijo.

Cabezas desplazables.

No siempre los grabadores multipistas tienen juegos de cabezas independientes para grabar programas, pues los hay con un solo juego de cabezas, el que se desplaza en sentido vertical a voluntad. La figura 60 nos muestra el sistema y se ha dibujado una cabeza de borrado y una de grabación-reproducción, aunque podría haber tres. Las cabezas están sujetas a una placa deslizable mediante la acción de una tecla del panel de comando, que permite enfrentarlas con la pista que se desee. Estos grabadores permiten grabar un programa diferente en cuatro pistas, pero siempre monoaural y se usan para disponer con una cinta sola de una longitud cuatro veces mayor en un carrete, ya que las cuatro pistas sumadas dan esa proporción de longitud.

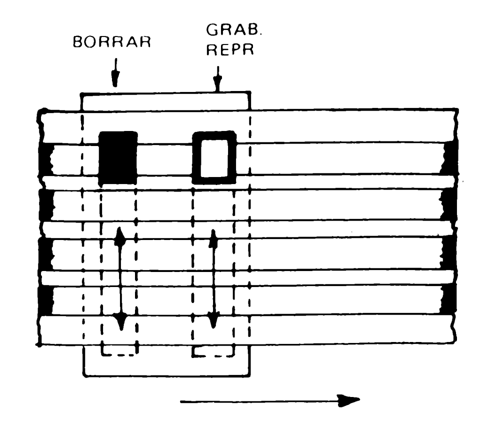


Fig. 60. — Cabezas desplazables verticalmente para grabadores para cuatro programas monoaurales.

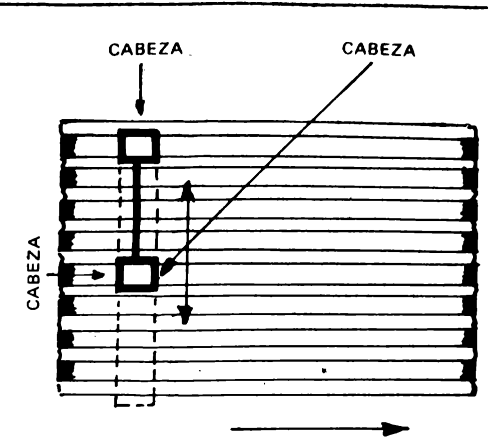


Fig. 61. — Juego de dos cabezas desplazables para grabar estéreo en cintas de cuatro pistas o dos programas estéreo en cintas de ocho pistas.

No obstante lo dicho, hay grabadores con cabeza deslizable, pero que tienen dos en la placa corrediza, tal como lo muestra a figura 61. Con este agregado pueden grabarse programas estereofónicos, dos completos en la cinta de cuatro pistas y cuatro en la de ocho pistas. Hemos representado a la cabeza en forma simbólica, entendiéndose que deben tener el borrado, la grabación y la reproducción.

Cintas de ocho pistas

Las cintas de ocho pistas ya fueron presentadas en la figura 54 al dar las dimensiones transversales de las mismas. Con ellas se duplican las posibilidades de tiempo de programa con respecto a las de cuatro pistas o se aumentan las posibilidades de combinaciones de programas a superponer. Por ejemplo, usando el sistema de doce cabezas de la figura 59 podemos disponer la ida y vuelta de la figura 55 con lo que en la cinta se graban dos programas estereofónicos independientes o combinados en la ida y otros dos en la vuelta. También pueden hacerse operaciones de superposición de varios solistas para un programa único. Pero si se quiere usar independientemente las ocho pistas en un programa de ida solamente no alcanzan las doce cabezas y habría que disponer de veinticuatro.

La figura 61 nos anticipó el sistema de cabezas

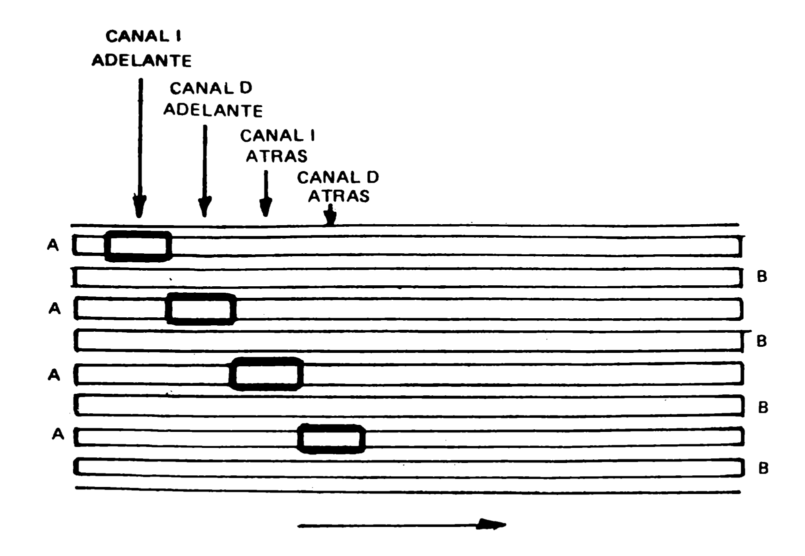


Fig. 62. – Forma de disponer la operación para grabar o reproducir tetrafonía en una cinta de ocho pistas.

deslizantes para cintas de ocho pistas, que es similar al de la figura 60 para las de cuatro pistas, sólo que emplea dos cabezas con movimeinto solidario de ascenso y descenso. No se fabrican sistemas de este tipo con cuatro cabezas deslizantes, lo que permitiría adaptarlo al procedimiento de ida y vuelta ya explicado.

Desde que los anchos de las pistas que se dieron en la figura 54 admiten la posibilidad de usar cuatro pistas en cintas para cassettes, con las dimensiones que dio la figura 29, se comprende que en una cinta de 3,8 mm de ancho no es fácil ubicar ocho pistas y por esa razón las mismas han quedado para los sistemas de carrete abierto y los encapsulados como el magazine y el elcaset.

Con respecto a las cintas de ocho pistas cabe hacer una consideración válida para el estado actual de la técnica. La extremada pequeñez del ancho de las islas que separan las pistas en estas cintas (0,3 mm) hace casi imposible evitar la interacción magnética entre pistas vecinas, por lo que se produce un ruido de fondo característico que es muy difícil de eliminar. En los magazines, ya que los hay de ocho pistas, ese problema carece de importancia porque como se usan en automóviles, el ruido de fondo natural que hay en la cabina supera al que hemos comentado. Pero en grabadores profesionales, donde se han extremado las precauciones para reducir el ruido de fondo a su nivel mínimo, se usan las cintas de ocho pistas únicamente cuando hay un problema de aprovechar más la longitud de la cinta, pero no cuando se desea grabar un programa de alta fidelidad. Para tal ocasión se recurre a las cintas de cuatro pistas que tienen un poco más de ancho de isla, lo suficiente para reducir naturalmente el ruido de fondo comentado.

Tetrafonía en cintas

La tetrafonía es un sistema moderno de sonido que emplea cuatro canales, es decir uno izquierdo y uno derecho como la estereofonía y además, uno delantero y otro trasero. Lógicamente se requieren cuatro micrófonos captores y cuatro equipos amplificadores separados. Actualmente existen equipos pasadiscos y discos grabados en el sistema tetrafónico, y el lector interesado en leer más sobre el tema puede hacerlo en el tomo "Aprenda Hi-Fi y Estéreo en 15 días" de esta misma colección.

La tetrafonía puede ser llevada al sistema de cintas magnéticas sin dificultades y aún improvisarse si se dispone de un grabador de por lo menos cuatro pistas; si se quiere aprovechar la longitud de la cinta al doble de la medida física, se puede usar un grabador de ocho pistas y se dispondría de un sistema de ida y vuelta como el explicado en la figura 55.

La figura 62 sugiere la manera de disponer las cabezas para cada canal del montaje tetrafónico en un sistema de ocho pistas. Cada rectangulito

representa el grupo de cabezas de borrado, grabación y reproducción y sus ventanas se ubican sobre las cintas marcadas *A* que corresponden a la grabación de ida. La primera cabeza puede ser la correspondiente al canal Izquierdo Adelante, la segunda al canal Derecho Adelante, la tercera para el canal Izquierdo Atrás y la cuarta para el Derecho Atrás. Esta distribución es arbitraria y el usuario puede adoptarla o cambiarla.

Una grabación tetrafónica puede tomarse directamente de estudio, con cuatro micrófonos o copiando una existente. Por ejemplo, existen discos tetrafónicos y entonces hay que disponer de una cabeza captora para tetrafonía, con la que se obtienen dos señales de los flancos del surco, las que procesadas en un decodificador se producen las cuatro señales que se envian a dos juegos iguales de amplificadores estereofónicos, para tener salida en cuatro canales. Pero para grabar una cinta a partir de un disco tetrafónico, no hacen falta los amplificadores y los parlantes, ya que las señales que entrega el decodificador permiten su aplicación a las cuatro cabezas del grabador. Claro que aquí viene después el problema, pues para pasar esa cinta grabada hay que disponer de dos amplificadores estereofónicos y los grabadores traen uno solo. Es cuestión de duplicar ese amplificador, incorporando el segundo al sistema. La posibilidad de dedicarse a este tipo de grabaciones permite pensar que se justifica la tarea que hay que hacer para disponer del equipo adecuado. *

Día 6

Después de dedicarnos a la parte magnética pura del grabador, que comenzó con el estudio de los fenómenos electromagnéticos y siguió con el conocimiento de los tipos de cintas magnetizables y con los envases en que se las colocaba, pasando por la descripción de las cabezas magnéticas, terminamos la serie de temas con la distribución de varias pistas en la cinta. Todo ello nos dió un panorama completo de esa parte pero todavía no sabemos cómo se mueve la cinta, pues la mera referencia a que es arrastrada por un sistema de poleas o discos no fue más que una simple mención ilustrativa. Como más adelante tenemos que encarar el estudio de grabadores completos es conveniente dedicar una jornada a los mecanismos básicos que el mismo tendrá, ya que entonces será más fácil ubicar en un equipo unos cuantos de tales dispositivos y formar un conjunto completo. Y ahora cabe una reflexión: un grabador tiene dos partes que pueden separarse nítidamente y que son la parte mecánica y la parte eléctrica. Es lógico que no pueden estudiarse juntas, de modo que tendremos capítulos dedicados a las cuestiones mecánicas y otros que comprenderán los circuitos eléctricos. Para comenzar la serie destinada a la parte mecánica resulta entonces necesario hacer una introducción con el presente capítulo, que tratará los principales problemas mecánicos de un grabador, como son los motores de impulsión, el accionamiento de las poleas o rodillos transportadores de la cinta, los sistemas de embrague y de freno y las disposiciones más usadas para hacer el enrollado lento o rápido, según la necesidad que el uso disponga. Con las aclaraciones precedentes, pasemos a ocuparnos del tema propuesto.

MECANICA DEL GRABADOR

Si se piensa en cualquier artefacto doméstico accionado por un motor eléctrico y se comparan las exigencias que pesan sobre él con las que se pretenden de un grabador, que también tiene un motor eléctrico, se comprende que el perfeccionamiento actual de los grabadores requirió muchos años de experimentación para dejar finalmente de lado los motores eléctricos tradicionales, que se siguen usando para otros fines pero que no cumplían con las condiciones que exigían los grabadores.

A fin de analizar los problemas que planteaban los motores convencionales, los cuales, dicho sea de paso, se incorporaron a los primeros grabadores y aún hoy se los encuentra en funcionamiento, comenzaremos por analizar el tipo de motor que se requiere en un grabador. Hay dos factores que obran sobre la elección del motor que accionará los mecanismos necesarios para producir el desplazamiento de la cinta: uno es el concerniente a la fuente de alimentación disponible y el otro el que se refiere a las condiciones particulares que debe reunir tal motor.

Con respecto a la fuente disponible, durante los primeros tiempos de fabricación de grabadores se los hacía para conectarlos a la red eléctrica, que ahora es de alterna en casi todas partes pero hace unos años quedaban sectores con corriente continua. Pero el problema era que hay países en los que se usa una tensión de 110 Volt con frecuencia de 60 Hz y otros con 220 V a 50 Hz. Lo concerniente a la diferente tensión se resuelve con un transformador reductor que se aplica a la línea de 220 V para obtener 110 V, pero la diferencia de frecuencia planteaba un problema, por ser la velocidad de los motores de alterna dependiente de la frecuencia y no hay manera simple de realizar la adaptación. Entonces había que adquirir grabadores apropiados para cada país según la red de distribución eléctrica que el mismo tuviera.

Y en el caso que se deseara conectar el grabador en redes de continua, había que adquirir modelos con motor para ambas clases de corriente.

Y con respecto a los requisitos sobre los motores para grabadores, se exige de los mismos que tengan una velocidad constante, que no produzcan ruido durante su marcha y que no envíen al circuito del aparato perturbaciones eléctricas de ninguna índole. Veamos los tipos de motores que se usaron y las razones por las cuales fueron reemplazados paulatinamente.

Los motores clásicos

El motor de alterna más simple y eficiente para usos generales es el llamado asincrónico o de inducción, en el cual el *estator* o parte fija lleva un bobinado que forma el campo magnético que atraviesa toda la parte central del motor, dentro del cual se coloca el *rotor* o parte móvil. Este no lleva bobinado sino una serie de barras periféricas unidas todas por sus extremos por dos aros metálicos. Tanto el estator como el rotor tienen núcleos de hierro laminados, por las razones expuestas en la figura 38. La velocidad de giro del rotor es directamente proporcional a la frecuencia de la tensión alternada que le aplicamos e inversamente proporcional a la cantidad de polos que forme el bobinado del estator; tal velocidad está afectada por un factor decimal que vale aproximadamente 0,95, de modo que para redes de 50 Hz, la velocidad de los rotores será: para dos polos 2850 r.p.m. (revoluciones por minuto) para 4 polos 1425 r.p.m. y así siguiendo, 6 polos = 950 r.p.m., 8 polos = = 713 r.p.m., etc.

La figura 63 ilustra sobre un corte parcial de un motor asincrónico en el que pueden apreciarse sus

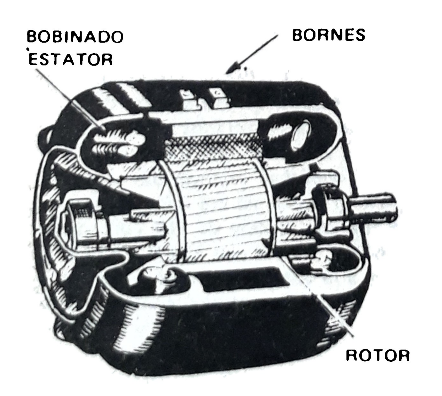


Fig. 63. – Corte parcial de un motor para alterna del tipo asincrónico o de inducción que fue usado en los primeros grabadores.

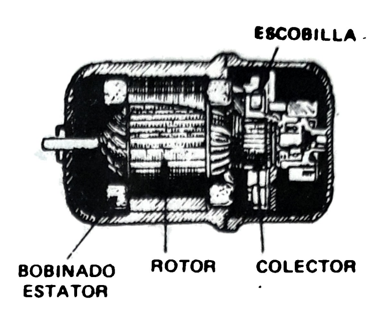


Fig. 64. – Corte longitudinal de un motor del tipo universal, o sea apto para corriente continua o alterna, usado en los primeros grabadores.

partes integrantes. El bobinado del estator se conecta por sus dos extremos a dos bornes que sirven para conectar el motor a la línea eléctrica.

La velocidad dada para estos motores depende de la resistencia que deba vencer en su movimiento y de la frecuencia de la red eléctrica y no es fácil regularla si quisiéramos mantenerla constante. El problema de la resistencia al movimiento, en el caso de los grabadores, no es muy importante, porque tal resistencia representa el accionamiento del arrastre de la cinta y eso lo podemos considerar constante. Pero hay otros problemas y es la dificultad para cambiar la velocidad en el caso de grabadores con dos o tres velocidades; habría que disponer bobinados del estator con polos cambiantes mediante una llave selectora pero eso conspira contra el tamaño del motor, que en el caso de los grabadores deben ser pequeños. No obstante se usaron y hay todavía aparatos en uso que utilizan este tipo de motores.

Cuando se deseaba un motor apto para funcionar en continua y en alterna había que recurrir a los llamados motores universales, uno de los cuales vemos en corte en la figura 64. Estos motores tienen un colector o conmutador como los de continua y el rotor es bobinado y no de barras como el anterior. Aquí el principal inconveniente es el chisporroteo en los contactos rozantes entre las escobillas y las delgas del colector, chispas que se traducen en corrientes de alta frecuencia que ocasionan ruidos en la grabación. Si bien se fabricaron grabadores con motores de ambas corrientes, hoy día no son necesarios porque ha desaparecido prácticamente la distribución con corriente continua.

Y finalmente, cuando se comenzaron a usar grabadores portátiles, la fuente disponible era un grupo de pilas secas que suministraban una baja tensión continua múltiplo de 1,5 Volts, que es la ten-

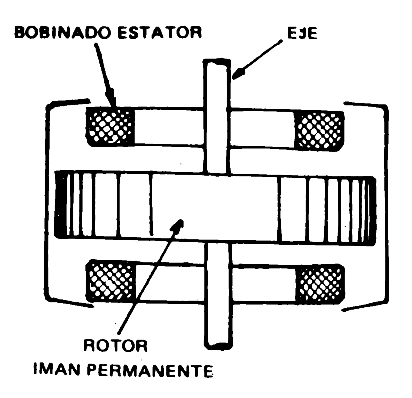


Fig. 65. – Motor para alterna diseñado especialmente para grabadores que introduce como novedad el rotor de imán permanente y además colocado por fuera del estator.

sión de cada pila. Estos grabadores entonces requerían motores de continua que son similares al mostrado en la figura 64 y que por tanto tienen el inconveneinte del chisporroteo en el colector. La velocidad es regulable por vía eléctrica, actuando sobre el bobinado del estator, alterando convenientemente una resistencia conectada en serie con el mismo.

Los problemas que presentaban los motores clásicos hicieron que se profundizaran las investigaciones por parte de las grandes fábricas de grabadores y hoy día puede decirse que se emplean motores que difieren totalmente de aquellos tradicionales. Como hay una gran diversidad de modelos describiremos los más importantes o que presentan innovaciones de gran interés.

Motores especiales

Al resultar inadecuados los motores clásicos que se usaron en los primeros grabadores surgieron nuevas técnicas constructivas y cada fábrica tomó un camino, resultando que hoy hay una gran diversidad de modelos, que no se parecen entre sí y en los cuales las soluciones encontradas son diferentes, pero todos funcionan y cumplen con las exigencias ya mencionadas sobre constancia de velocidad, ausencia de vibraciones y ruidos, no irradiar campos magnéticos que afectarían a la grabación en la cinta y trabajar con bajas temperaturas, ya que el interior del grabador es compacto y el calor irradiado afecta a todos sus componentes.

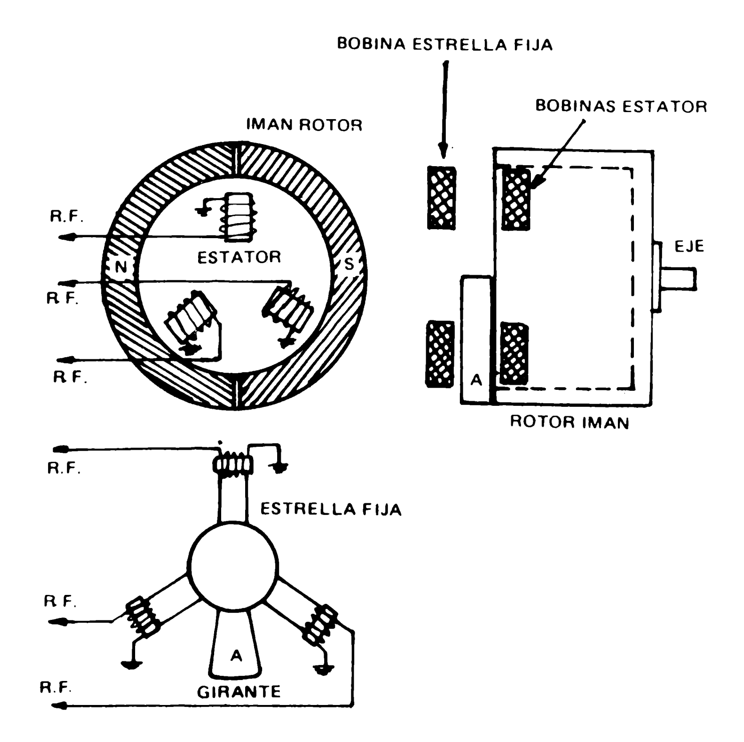


Fig. 66. Disposición constructiva esquemática del motor Grundig para grabadores que utiliza radiofrecuencia para el accionamiento.

Comencemos por ver algunos diseños que resultan originales. Por ejemplo, la figura 65 nos muestra un motor en el cual se ha invertido la posición clásica entre el rotor y el estator. El estator que tiene su bobinado y el núcleo laminado, este último no se ve en el dibujo para no complicarlo, está colocado en la parte interna y el rotor, que es de imán permanente de forma cilíndrica, gira exteriormente y su eje sirve directamente de cabrestante para accionar a las poleas y ruedas del mecanismo de la cinta. Aclaremos que *cabrestante* es el nombre que se da al rodillo impulsor en la figura 26 y del cual nos ocuparemos extensamente cuando tratemos el mecanismo de impulsión de la cinta. El bobinado del estator suele estar dividido en dos secciones que permiten una combinación electromagnética que obtiene dos distintas velocidades de giro: 500 y 1000 r.p.m., sirviendo entonces para grabadores con dos velocidades, que son los más difundidos.

Este motor trabaja con alterna y su principio de funcionamiento es similar al de los motores de la figura 63. El campo alterno que genera el estator es rotatorio, por la inversión de polaridad que se produce en las bobinas al seguir la senoide de la corriente alterna y entonces sobre el imán del rotor se ejerce una acción de arrastre que lo lleva a una velocidad que, como hemos dicho, depende de la frecuencia de la línea. Para obtener 1000 r.p.m. el bobinado se conecta de manera que forme 6 polos y para 500 r.p.m. se cambian las conexiones mediante una llave y se forman 12 polos.

El motor descripto es un diseño orginal de la fábrica alemana Papst y su velocidad es bastante constante. La fábrica Revox hace un motor similar, pero le agrega un regulador electrónico que toma pulsos eléctricos del motor y los compara con pulsos de la línea de alimentación, enviando a las bobinas del estator una corriente modificada que tiene influencia sobre la velocidad. Baste decir que variaciones de la tensión de línea de hasta 20% ocasionan en el motor variaciones de velocidad inferiores al 0,05%, y variaciones de frecuencias de hasta 20% causan alteraciones de velocidad menores que 0,05%. La eficacia de los reguladores electrónicos queda demostrada con esas cifras y volveremos sobre ellos al hablar de otros motores.

Entre los motores para continua de baja tensión hay dos tipos que se destacan por su originalidad. El primero es el de la Gründig, cuyo corte esquemático se ve en la figura 66. El problema en los motores alimentados con pilas es que éstas suministran una tensión más alta cuando son nuevas y la misma va decayendo a medida que envejecen y ello se traduce en una variación de velocidad en

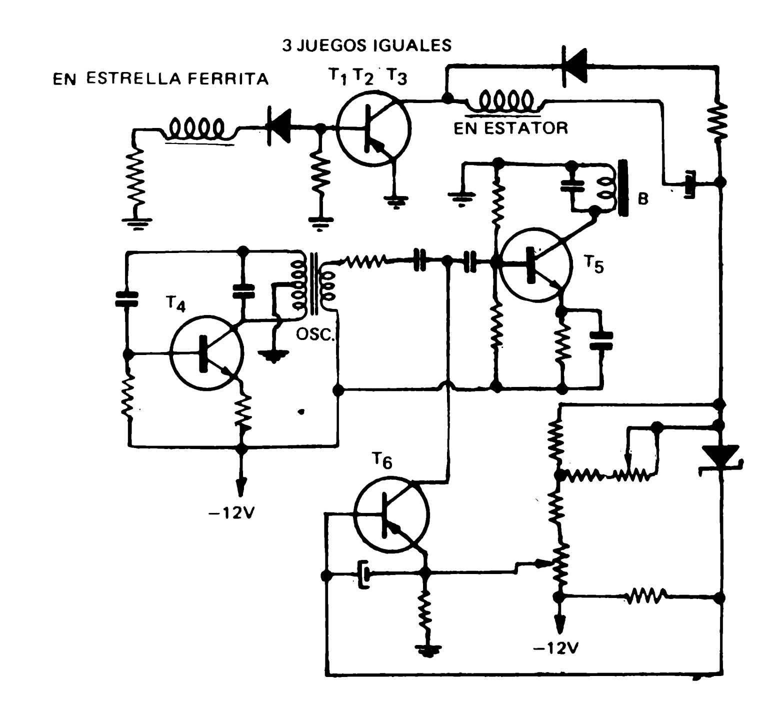


Fig. 67. – Circuito de comando del motor Grundig, con el generador de R.F. y el regulador de velocidad que actúa sobre el motor.

el motor, cosa inadmisible en grabadores de cinta porque cambia el tono del sonido. Para solucionarlo la Gründig acude a un regulador electrónico. Y con respecto a la ausencia de ruidos y chispas que son inherentes a los motores clásicos de continua, el diseño que comentamos suprime todas las fuentes perturbadoras mediante un sistema totalmente original.

El rotor es de imán permanente cilíndrico, como el de la figura 65 y en el interior está el estator que tiene tres bobinados ocupando los rayos de una estrella. Estas bobinas serán alimentadas por corrientes de R.F. que proviene de sendos osciladores. Frente a las bobinas del estator se halla una chapa de ferrita en forma de estrella que tiene en sus extremos sendas bobinas, que quedan regularmente distanciadas de las del estator. Pero, solidaria con el rotor se halla una placa de ferrita que hemos marcado con la letra *A* y que gira arrastrada por el rotor. Las bobinas del estator reciben corriente de las pilas que alimentan al motor y también reciben corrientes de R.F. que les entrega un oscilador del circuito eléctrico que mostramos en la figura 67. Estas bobinas se llaman primarias y las que están en los extremos de la chapa externa, también fija, son las secundarias. Debido a la distancia que hay entre los dos juegos de bobinas, no hay inducción directa, pero al girar el eje la aleta *A* pasa entre cada par de bobinas y cierra el circuito magnético, actuando como núcleo de un transformador; aparece así en ese instante una tensión de R.F. en la bobina secundaria, luego en otra secundaria y así siguiendo.

Ahora debemos pasar con la explicación al circuito eléctrico que acompaña al motor y que vemos en la figura 67. En la parte superior se ve la sección concerniente a las bobinas y hemos dibujado un solo juego por ser los tres iguales. Cada bobina del estator está conectada al colector de un transistor Q_1 (ó Q_2 ó Q_3) y cada bobina secundaria lo está a la base del mismo transistor a través de un diodo. Los transistores se encuentran al corte, pero al recibir inducción por el paso de la placa rotante, toman el estado de conducción y la corriente de colector va al circuito de regulación, transistor T_6, vinculado al oscilador de R.F., transistor T_4 con su etapa amplificadora T_5. Como la tensión inducida en las bobinas secundarias es proporcional a la velocidad del rotor, al alterarse ésta cambia el valor de la corriente de colector y el regulador actúa sobre el oscilador, produciendo cambios en su frecuencia que son contrarios al efecto que los produce, es decir que si aumenta la velocidad baja la frecuencia del oscilador y viceversa. Hay una bobina central en la estrella secundaria que está alrededor de su

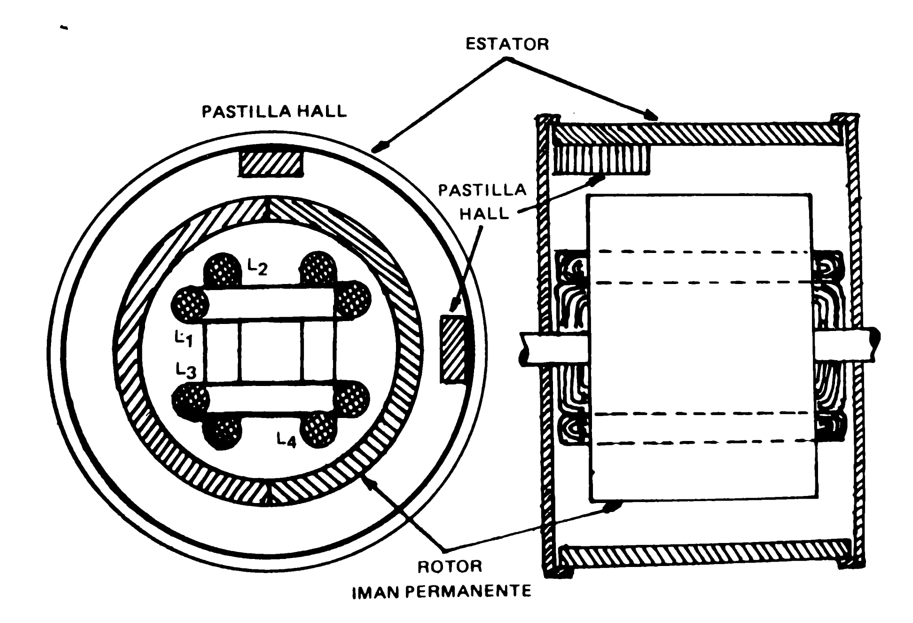


Fig. 68. – Corte transversal esquemático del motor Siemens para grabadores, el cual introduce como novedad el uso del efecto Hall.

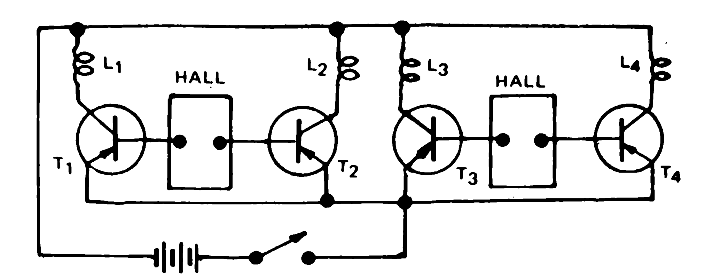


Fig. 69. – Circuito eléctrico anexo al motor Siemens que emplea un transistor para cada bobina del estator.

eje y que en el circuito es la bobina *B* de la etapa amplificadora. Es la manera de entrar al circuito con la señal amplificada del oscilador.

Este sistema de motor de velocidad regulada hasta cifras insospechadas goza de gran popularidad en las fábricas europeas de grabadores por su confiabilidad, constancia de velocidad y ausencia de ruidos en el movimiento.

Otro tipo de motor para continua producto de la industria alemana es el Siemens que funciona bajo el principio de repulsión entre rotor y estator como el clásico de la figura 63, pero en el cual se recurre a un ingenioso sistema para convertir la continua en alterna. Para ello utiliza al llamado *efecto Hall* que se produce en una pastilla de semiconductor especial que es atravesado en sentido longitudinal por un campo magnético y en el transversal por una corriente eléctrica; cuando esto ocurre se genera una tensión que es proporcional a la corriente y a la densidad magnética. Así las cosas veamos la disposición constructiva que muestra en forma esquemática, no en escala, la figura 68. El estator es un cuerpo cilíndrico de hierro que alberga en su interior a un grupo de cuatro bobinas y a las pastillas Hall, de tal modo que las bobinas forman dos grupos con ejes a 90 grados y las pastillas están colocadas en la periferia formando idéntico ángulo. Dentro gira el rotor que es un cilindro de imán permanente, similar al de la figura 65. Los generadores Hall están vinculados a los circuitos de base de 4 transistores, en cuyos circuitos de colector están conectadas las cuatro bobinas, según lo muestra la figra 69.

Veamos el funcionamiento. El campo magnético permanente del rotor atraviesa los generadores de Hall, los que a su vez reciben la corriente de base de los transistores. La distribución física del conjunto es tal que se logra que la tensión de Hall tenga variaciones senoidales, de tal modo que las inversiones de sentido van conmutando los transistores, que al salir del corte van alimentando a sus respectivas bobinas. Los campos magnéticos originados en las bobinas producen la repulsión con el campo del rotor y se produce el movimiento de giro como en todo motor de alterna; pero la figura 69 permite apreciar que este motor se alimenta con un grupo de pilas, o sea con una tensión continua.

Para regular la velocidad se aprovecha la fuerza contra-electromotriz que se origina en las bobinas, la que se rectifica mediante un juego de diodos. Luego se comparan estas tensiones con otras fijas tomadas como referencia y el resultado se aplica a un transistor que gobierna la corriente que atraviesa las pastillas Hall y por ende la tensión Hall que interviene en la acción de giro. Se obtiene así un control muy prolijo de la velocidad de rotación, la que se mantiene dentro de límites de constancia muy pequeños.

Este motor especial rinde una potencia de 0,02 HP o sea un consumo de 15 Watt en un tamaño muy reducido, 28 mm de diámetro por 60 mm de largo. Estas cualidades, además de su confiabilidad lo ha hecho adoptar por muchas fábricas europeas de grabadores. Hay otros modelos de motores tanto de alterna para su conexión a la línea eléctrica, o de continua para ser alimentado por pilas secas, pero sería imposible describirlos a todos, por lo que mencionamos los que presentaban innovaciones de interés. Al usuario de un grabador no le interesa mucho qué es lo que hay dentro de la carcasa de un motor, pués su problema es que el aparato funcione correctamente y hoy día esto ya es un hecho.

Condiciones de la transmisión

El primer problema que surge en el mecanismo de transporte de la cinta es el del accionamiento de las poleas o rodillos que producen el arrastre de la misma. Para entrar en tema supongamos que se piensa acoplar el eje del motor mediante un juego de poleas al eje del carrete tomador, para que el mismo arrastre a la cinta enrollándola. En ese caso, la velocidad de giro del motor se transforma mediante una relación de diámetro de poleas en la necesaria para el carrete. Esa relación dice que las

velocidades de rotación son inversamente proporcionales a los diámetros, o sea que si el eje del motor tiene 6 mm de diámetro y la polea arrastrada por él tiene 60 mm de diámetro, éste girará a la décima parte de r.p.m. que el eje del motor, porque la relación de diámetros es 10 y dividimos por diez la cantidad de r.p.m. del motor para hallar las del carrete. Ahora veamos qué cantidad de r.p.m. necesitamos en el carrete.

El carrete tomador, sea uno de los comunes de 17,2 cm de diámetro máximo, está vacío cuando comienza a enrollar la cinta y tiene en la parte central un diámetro de unos 25 mm, lo que da una circunferencia de casi 8 cm. Si se trata de un grabador cuya cinta debe deslizarse a la velocidad de 9,5 cm/seg, el carrete debe dar unas 1,2 vueltas por segundo, o sea 72 r.p.m. y con esta cifra debe calcularse el juego de poleas desde el eje del motor hasta el del carrete.

Pero cuando el carrete está lleno, su diámetro es de unos 17,8 cm, lo que da una circunferencia de unos 56 cm. A la velocidad de 9,5 cm/seg esa circunferencia debe ser enrollada en unos 6 segundos, o sea una vuelta en 6 segundos lo que equivale a 360 r.p.m.

El resultado de nuestras cuentas es sorprendente, pues el carrete debe girar cuando comienza el enrolle a 72 r.p.m. y cuando lo termina a 360 r.p.m. debiendo producirse un cambio gradual desde la primera cifra hasta la segunda. ¿Cómo puede pensarse en un motor que realice tal operación y que adivine cuando lo tenemos lleno de cinta o a medio llenar? Imposible. Luego, el sistema de arrastre de la cinta no puede ser accionado directamente por el motor. Además, si el carrete tomador arrastra la cinta se producirán tirones cada vez que arranca y la cinta no los soportaría.

Debido a ese problema el sistema de arrastre se hace en la forma indicada en la figura 70. Se trata de hacer pasar la cinta rozando contra el cabrestante fijo al volante accionador por el motor, con la relación adecuada de diámetros para que la cinta avance la cantidad de cm/seg estipulada. El avance se logra con un rodillo de presión de goma o material similar que presiona la cinta contra el cabrestante. Un sistema de poleas acciona el carrete tomador para que gire a la velocidad adecuada para el enrolle de la cinta pero sin arrastrarla. El carrete proveedor queda loco y gira por la acción tensora de la misma cinta. Como la velocidad de giro del cabrestante es constante y su diámetro es fijo, el desplazamiento se cumple a una velocidad totalmente constante. En el caso que se desea cambiar la velocidad de desplazamiento, caso de los grabadores de dos o tres velocidades, se cambia la relación de diámetros de las poleas intermedias que accionan al cabrestante o se cambia por medios eléctricos la velocidad del motor, como se ha comentado para la figura 65.

El problema del transporte de la cinta no termina allí. Debe haber un sistema de enrolle rápido cuando se desea adelantar la cinta para buscar la parte de la grabación que interesa. Este se consigue con un mecanismo que describiremos de inmediato. También se requiere en grabadores profesionales que se pueda invertir el sentido del desplazamiento de la cinta para volver el rollo del carrete tomador al proveedor y pasar otra pista o para volver atrás mediante enrolle rápido si se desea pasar nuevamente un trozo determinado de la grabación. Y, como detalle muy importante, el arrastre de la cinta no debe coincidir con el arranque del motor sino que ese enganche se hace mediante un embrague, del cual también nos ocuparemos.

Y para complicar más el problema, si queremos detener el arrastre de la cinta y cortamos la alimentación del motor, por inercia todo el sistema con-

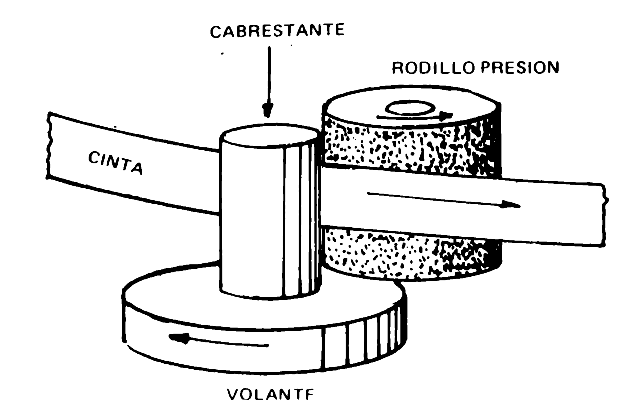


Fig. 70. El desplazamiento de la cinta se logra haciéndola pasar entre el cabrestante y el rodillo de presión que la arrastra hacia la derecha.

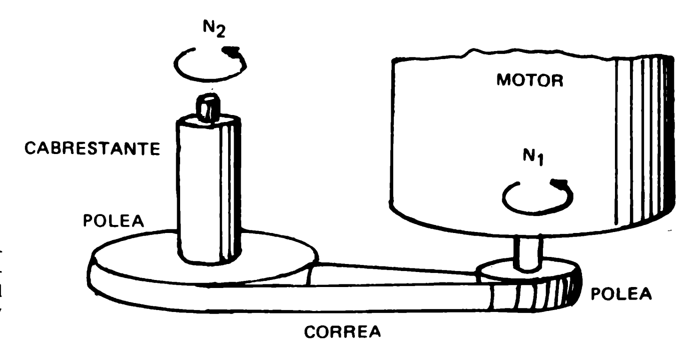


Fig. 71. – Disposición esquemática de la transmisión del movimiento del motor al resto del mecanismo mediante poleas y correas.

tinuará desplazándose, especialmente debido a la construcción mecánica cuidadosa donde se ha suavizado al extremo todo tipo de movimiento. Entonces al parar el motor la cinta sigue deslizándose unos cuantos centímetros y no para donde deseamos. Para evitar eso se usan sistemas de frenos que paran de inmediato el giro del volante del carrete en el mismo momento que se acciona la tecla de frenado.

Sistemas de transmisión

Para aplicar los movimientos de rotación a las distintas piezas giratorias del grabador, a partir del motor de impulso, se usan dos sistemas: el de correas y el de rodillos de fricción. Pero la tendencia actual, tal como lo veremos en los capítulos 7 y 8, es usar sistemas mixtos, es decir que parte de la transmisión se hace con correas y parte con rodillos de fricción. Por ahora veremos sistemas que emplean un solo tipo de transmisión y la figura 71 muestra el de correas, el cual requiere poleas acanaladas, en cuya hendedura externa calza la correa. Estas correas eran al principio de sección transversal circular pero ahora se prefieren las planas. El motor tiene en su eje una polea de pequeño diámetro y el cabrestante está adosado a una polea de mayor diámetro. La relación de diámetros es la adecuada para dar al cabrestante la velocidad periférica necesaria, la cual coincide con la velocidad de la cinta. Cuando la relación de diámetros es muy grande se hace un paso intermedio para reducir el tamaño del conjunto. Los carretes tienen también su polea acanalada y sendas correas que son accionadas por el movimiento circular del motor.

La figura 72 muestra el sistema de rodillos de presión. Estos rodillos o poleas, según su ubicación en el sistema, son metálicos con una cubierta exterior de goma, lo que da una buena adherencia y evita el deslizamiento. Cuando el eje del motor gira, el rodillo fijo a su eje roza fuertemente contra el rodillo-volante, que tiene adosado el cabrestante y éste trasmite el movimiento a la cinta en la forma que vimos en la figura 70. Los carretes a su vez tienen poleas con la cubierta de fricción y el grabador que funciona con este sistema, visto en su interior, ofrece un aspecto mucho más limpio por la falta de la maraña de correas que cruzan en todas direcciones.

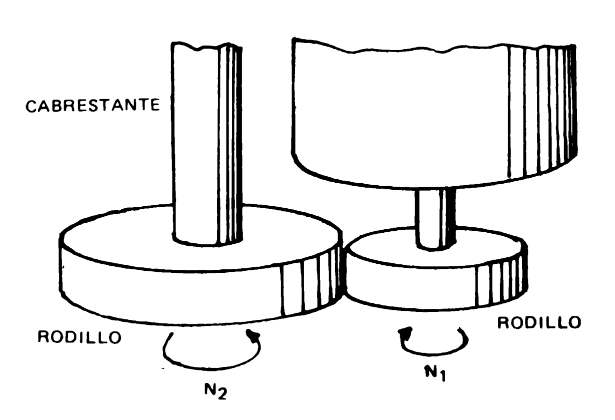


Fig. 72. – Disposición esquemática de la transmisión del movimiento mediante rodillos de goma rozantes entre sí.

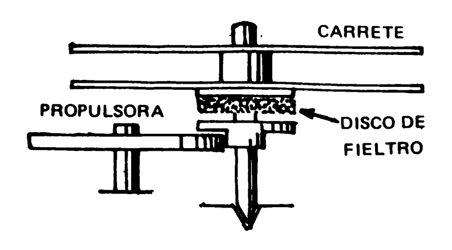


Fig. 73. – Una de las disposiciones que adopta el sistema de embrague para grabadores. Consiste en una rodaja de fieltro que apoya o no sobre el plato impulsor.

Pasemos ahora a otro de los problemas antes comentados: el del *embrague*. Para lograr que el arranque sea suave, sin tirones en la cinta, el acople del movimiento se hace en forma elástica, una de las cuales se muestra en la figura 73. Se trata de adosar al carrete un disco de fieltro y hacer que la polea propulsora accione un disco plano con un cuerpo cilíndrico forrado de goma. Al accionar la tecla de marcha una palanca levanta al plato accionado por la polea propulsora y entonces al subir hace que el fieltro apoye contra la cara pulida del portacarrete, haciéndolo girar. Este sistema es uno, pero hay otros y en todos los casos se quiere lograr que no se produzca el arranque brusco del deslizamiento de la cinta.

Y ahora veamos la solución de otro de los problemas de la transmisión del movimiento a la cinta. La figura 74 muestra la situación que nos ocupa. Se trata del frenado del carrete cuando se quiere detener su marcha. Se coloca un patín de material elástico como cuero o goma que es mantenido alejado del tambor que tiene el portacarrete mediante un elástico. Cuando se acciona la tecla de parada una palanca presiona el patín de freno arrimándolo al tambor y produciendo el frenado en forma instantánea.

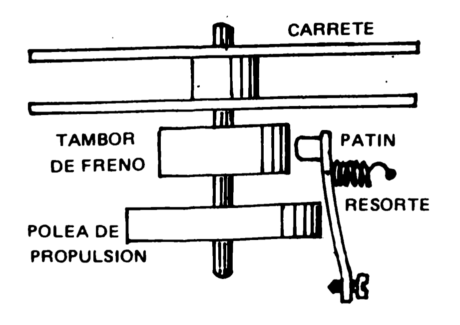


Fig. 74. – Uno de los sistemas de frenos mediante patín que apoya sobre la parte lateral del tambor adosado al eje del carrete.

En varias operaciones hemos mencionado las teclas o botones de accionamiento. Para dar una idea de cómo se produce su acción, mostramos en la figura 75 la manera cómo una tecla, al ser oprimida, baja el extremo derecho de una palanca acodada que tiene un eje para pivotar. Entonces el brazo de la izquierda sube y levanta un disco que es solidario con el rodillo que se quiere levantar, como sería el caso del embrague de la figura 73 u otro. Otras palancas producen desplazamientos laterales de un rodillo u otro tipo de movimiento con el accionar de una tecla.

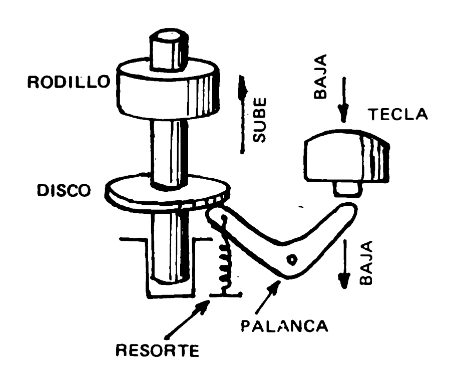


Fig. 75. – Una de las disposiciones mecánicas mediante la cual una tecla al ser oprimida hace subir un disco que levanta al rodillo impulsor.

Enrolle lento y rápido de la cinta

Ahora que tenemos una idea de la disposición de los distintos elementos para lograr el desplazamiento de la cinta veamos cómo se combinan para producir las dos situaciones de tal desplazamiento. Una de ellas es el desplazamiento normal o lento que se usa para grabar o para reproducir, en el cual la cinta pasa lentamente rozando las cabezas magnéticas; el otro es cuando se desea producir el enrolle rápido para volver la cinta al carrete vacío, para adelantar un tramo de cinta cuya grabación no se desea reproducir o cuando se quiere volver parte de la cinta hacia atrás para buscar un trozo determinado de la grabación. Comencemos por el enrolle lento o normal.

Como es más fácil explicar el mecanismo de arrastre cuando se usan rodillos de goma, haremos el croquis respectivo refiriéndonos a tal tipo de transmisión, el cual vemos esquematizado en la figura 76. A la izquierda tenemos el carrete proveedor o alimentador, que no tiene contacto con el

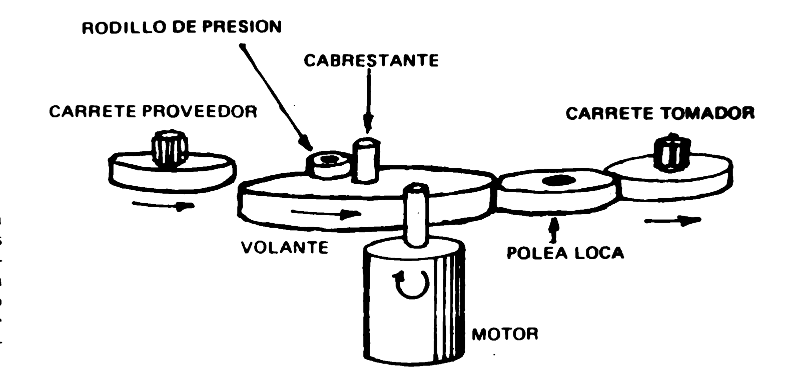


Fig. 76. – Disposición de las partes mecánicas afectadas al desplazamiento de la cinta para lograr el enrolle lento o normal en sistemas que emplean rodillos de goma.

resto porque se deja arrastrar por la misma cinta, la cual lo hace girar para el desenrolle. En el extremo derecho tenemos el carrete receptor o tomador, el cual recibe un movimiento de rotación que le transmite una polea loca que roza contra el volante, con cuyo movimiento va enrollando la cinta. O sea que ninguno de los dos carretes arrastra la cinta.

En el centro de la figura tenemos el mecanismo principal, que es el volante accionado directamente por el motor, o en algunos casos mediante un paso intermedio de poleas rozantes para obtener la reducción de velocidad en dos pasos. El volante tiene adosado el cabrestante contra el cual roza el rodillo de presión; entre ambos se coloca la cinta, de modo que al girar el cabrestante la cinta es arrastrada hacia la derecha, saliendo suavemente del carrete proveedor y enrollándose también suavemente en el carrete tomador. Cuando la cinta ha sido enrollada totalmente en el carrete tomador se produce una especie de frenado porque el proveedor no puede seguir girando, ya que la cinta queda enganchada en el alma central del mismo; entonces actúa el sistema de frenado que hace cesar todo el mecanismo de arrastre.

Es de hacer notar que muchos grabadores profesionales tienen dos motores, uno para el enrolle en un sentido y otro para el contrario, pero ello no significa que no se puede invertir la marcha de un motor y usar uno solo para los dos sentidos, solución que es la adoptada en todos los grabadores a carretes encapsulados y en muchos de los de carrete abierto.

Para el enrolle rápido de la cinta deja de ser problema la velocidad que la misma lleve en su desplazamiento y entonces no necesita ser accionada por el cabrestante combinado con el rodillo de presión, ya que esto retardaría el movimiento. Entonces, y suponiendo que el enrolle se hace sobre el carrete proveedor para volver la cinta a su posición primitiva, la figura 77 muestra esquemáticamente la situación. El rodillo de presión es apartado del cabrestante y la polea loca desciende para no rozar contra el carrete tomador. Al girar el motor su eje impulsa al volante y este directamente al carrete proveedor que ahora ha pasado a ser el receptor de la cinta. De acuerdo con la relación de diámetros, este carrete adquiere una velocidad de giro grande y en tal giro arrastra la cinta que se enrolla en él rápidamente.

Si el enrolle rápido debe hacerse sobre el carrete tomador, el mecanismo cambia y se desvincula

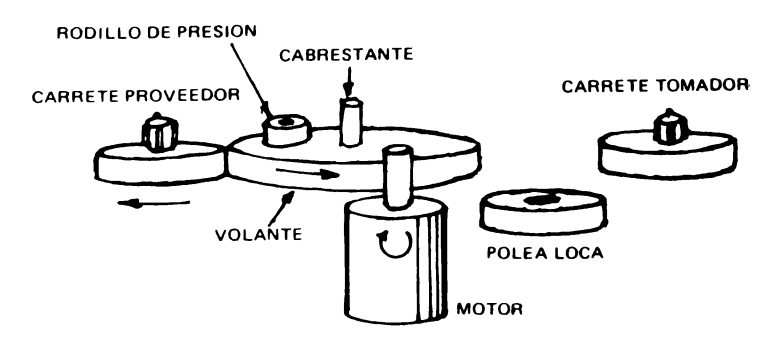


Fig. 77. - Disposición de las partes mecánicas para lograr el enrolle rápido de la cinta: corresponde al sistema de rodillos de goma.

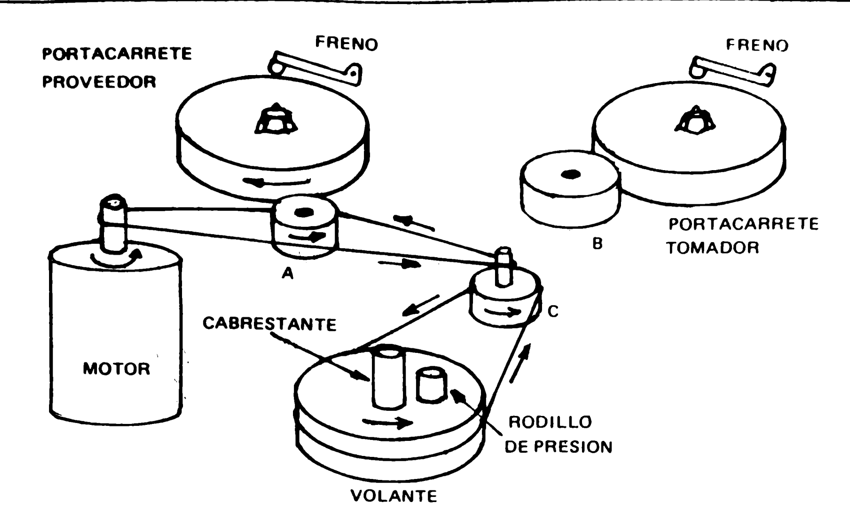


Fig. 78. – Disposición de las partes mecánicas para los enrolles de la cinta en un grabador que usa poleas y correas.

el carrete proveedor y se hace intervenir la polea loca, la cual ocupa nuevamente su lugar primitivo para accionar al carrete tomador, el cual arrastra la cinta para su enrolle. Pero hay que advertir que debe lograrse una velocidad alta de giro, en cuyo caso entre el volante y el carrete tomador debe intercalarse un juego de poleas que aumente la velocidad de transmisión.

Veamos ahora el mecanismo de transmisión en los grabadores que usan correas para la impulsión de todo el sistema de movimiento de la cinta, tanto en el enrolle rápido como en el lento o normal. Para tal fin observemos la figura 78 que muestra el conjunto, el cual está en la posición correspondiente al enrolle rápido.

En efecto, el portacarrete de la izquierda, cuyo carrete no está colocado, corresponde al proveedor y sabemos por la figura 77 que el mismo debe ser accionado en forma directa, cosa que se hace mediante la polea *A*. Quiere decir que cuando el motor gira, su eje acciona la polea intermedia *C* y ésta al volante que tiene adosado el cabrestante. El rodillo de presión está separado del cabrestante y la polea *B* adosada al portacarrete de la derecha, cuyo carrete tomador no está colocado para simplificar la figura. Siguiendo el sentido del movimiento de las correas y poleas se ve que el carrete de la izquierda enrollará la cinta que había pasado al tomador para volverla a la posición inicial.

Cuando se desea pasar el sistema a la posición de enrolle normal, sea para grabar o para reproducir, se introducen los siguientes cambios por acción de una tecla: el rodillo *A* se separa del portacarrete proveedor, el rodillo *B* se apoya contra el eje de la polea *C* y el rodillo de presión se apoya en el cabrestante, previa inserción de la cinta entre ellos dos. Con esto, el motor acciona directamente la polea *C* y esta al volante y al rodillo *B*. El cabrestante impulsa la cinta a deslizarse lentamente, el carrete proveedor queda loco y el tomador es impulsado para que enrolle la cinta suavemente.

Si se comparan los dos sistemas de transporte de la cinta, a rodillo de goma o a poleas y correas, se ve que son enteramente similares, puesto que el movimiento de enrolle tanto lento como rápido requiere idénticos procesos.

Día 7

En la jornada anterior hemos pasado revista a la parte mecánica de un grabador en forma general, describiendo las diversas partes que intervienen en los movimientos de desplazamiento de la cinta y detallando algunas de esas partes en forma individual, como fue el caso de los motores. Pero hicimos la advertencia de que era imposible mencionar y aún describir todos los modelos existentes pues esta industria ha presentado continuamente innovaciones y las sigue presentando. Los principios de acción son más o menos uniformes para los distintos grabadores y la diferencia sustancial la encontramos entre los modelos para carrete abierto y los destinados al uso de carretes encapsulados. Entonces debemos aclarar el panorama que se le presenta al lector cuando quita la cubierta de un grabador real y observa el interior, y para lograrlo tenemos que elegir un modelo determinado de ambos tipos y describir su parte mecánica, la que tendrá soluciones particulares pero en general puede afirmarse que servirá de modelo para interpretar el funcionamiento de los equipos de otras fábricas. Para elegir esos modelos haremos dos grupos: uno que contiene los grabadores a carrete abierto, también llamados grabadores de cinta y otro que incluye los grabadores a cassette, con lo cual cubrimos los tipos más usados actualmente. En la presente jornada describiremos la parte mecánica del grabador de cinta PHILIPS por ser un tipo muy difundido y porque la fábrica suministra muy buena información al respecto.

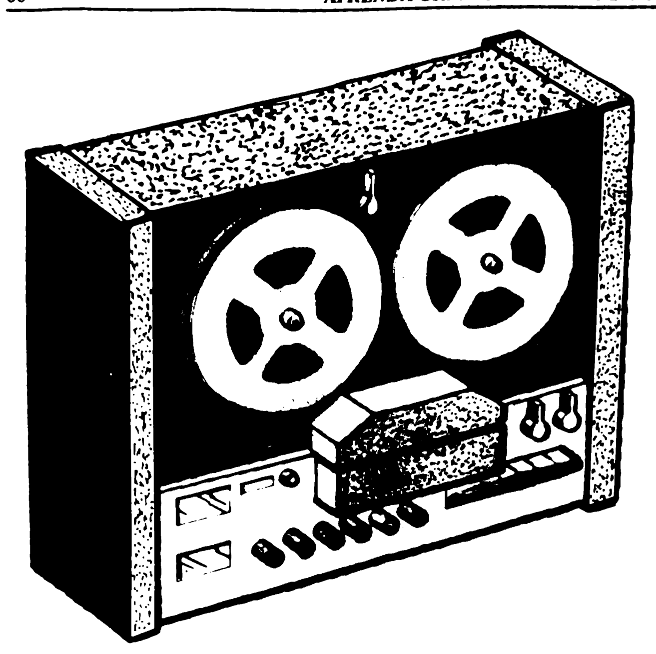
MECANICA PARA CARRETES

La mayor parte de las fábricas de grabadores produce más de un tipo y a veces todos los conocidos. Los modelos de cinta o sea de carrete abierto están destinados al público que tiene ciertos conocimientos acerca de la técnica de grabar, enrolle y empalme de la cinta, uso de distintas velocidades, etc. Los grabadores a cassette son usados por el público de menor experiencia y por ello su manejo es mucho más simple que los anteriores. Los pasamagazines se usan generalmente en los automóviles donde no se presenta el problema de grabar por lo que suelen ser simples pasadores de programas pre-grabados. Y los elcasets son algo nuevo en el mercado y se asegura que tratarán de reemplazar a los de carrete abierto; el futuro dirá su última palabra.

Como la mecánica interna de los diferentes tipos mencionados exhibe diferencias que conviene destacar, nos ocuparemos de los dos tipos más difundidos al presente que son los de carrete y los de cassette. En el presente capítulo describiremos un modelo muy conocido, el grabador de cinta PHILIPS, cuyo aspecto exterior es similar al que vimos en la figura 25.

En este grabador el sistema de transporte de la cinta es por correas y poleas y por lo tanto su principio se esquematiza en la forma vista en la figura 78. El motor tiene un eje que enlaza a una correa, la cual toma en su paso a una polea intermedia *A* y al eje saliente de otra polea *C*. Esta polea *C* está vinculada mediante otra correa al volante que por inercia actúa como un estabilizador de la velocidad. Tal volante tiene un eje que es el cabrestante impulsor de la cinta, para lo cual se la coloca entre el cabrestante y un rodillo de presión que la obliga a deslizarse a velocidad constante. El portacarrete proveedor es simplemente arrastrado por la cinta y el tomador recibe un movimiento de rotación por un juego de rodillos que son accionados en forma indirecta por el motor.

Esta descripción resumida ya era conocida por los lectores, pero nos ha servido de repaso para entrar en forma detallada en el tema. Veremos la dis-



Vista del grabador a carrete PHILIPS de panel vertical, con comando de operaciones mecánicas mediante un teclado. (*del Manual Tecnico Grabadores PHILIPS*).

posición que adopta la parte mecánica para cada tipo de operación. Para pasar de una a otra se accionan teclas que están en el panel frontal del aparato, y las mismas realizan una o más operaciones, pues el usuario debe hacer un solo movimiento sin importar cuántos desplazamientos se producen en el interior de la máquina.

Enrolle normal de la cinta

Consideramos enrolle normal de la cinta la operación mediante la cual pasamos esa cinta desde el carrete proveedor o de la izquierda, que está lleno, al carrete tomador o de la derecha; esta operación se hace para grabar o para reproducir y

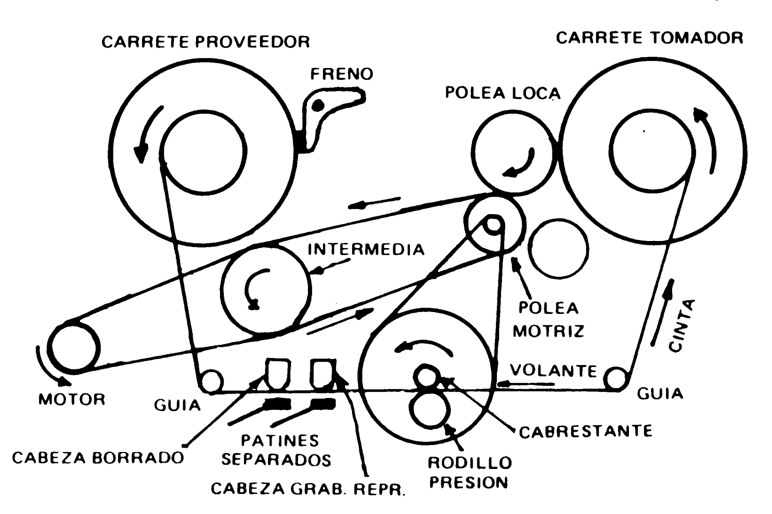


Fig. 79. Disposición de la parte mecánica del grabador a carrete para el inicio de la operación de enrolle normal de la cinta. En cada pieza se indica el nombre que usamos en el texto (*del Manual Técnico Grabadores PHILIPS*).

por consiguiente se realiza a la velocidad lenta, que debe ser una de las cuatro que se especificaron en el capítulo 2 o sea 4,75, 9,5, 19 o 38 cm/seg. Como hemos dicho que los grabadores a carrete suelen tener dos o tres velocidades, más adelante veremos la forma en que se puede cambiar de velocidad en modelos como el que estamos describiendo.

La disposición de las diferentes piezas de la parte mecánica para el enrolle normal se muestra en la figura 79; El carrete proveedor deja salir la cinta manteniéndola un poco tensa para evitar la flojedad de la misma, mediante un patín de freno suave que apoya sobre el canto del disco portacarrete. La cinta es enhebrada de modo que pase por un rodillo guía, por los frentes de las cabezas magnéticas, entre el cabrestante y el rodillo que la presiona contra él y por otro rodillo guía, para entrar finalmente en el carrete tomador donde se la engancha en el alma central. Para que la cinta roce contra los frentes de las cabezas de borrado y de grabación-reproducción hay dos patines de fieltro empujados contra ella por láminas elásticas, que para la operación que estamos considerando aún están separados de la cinta.

El motor mediante una correa abraza a la polea motriz, correa que a su paso mueve a una polea intermedia que por ahora no juega un papel importante. El eje de la polea motriz mediante otra correa acciona al volante, cuyo eje es el cabrestante impulsor de la cinta; para tal fin hay un rodillo de presión forrado de goma que empuja a la cinta hacia el carrete tomador. Pero este carrete debe enrollar la cinta y para ello recibe un movimiento de rotación mediante una polea loca que roza contra la polea motriz y el portacarrete tomador. Un poco más abajo de la polea loca mencionada hay otra polea que en esta operación no juega ningún papel.

Con la operación descripta tenemos la cinta enhebrada en el mecanismo, el carrete tomador recibiéndola desde el proveedor y estamos en condiciones de iniciar la operación de grabación o reproducción, que es el paso siguiente.

Grabación o reproducción

Para proceder a escuchar un programa grabado o para grabar un nuevo programa, las posiciones de los elementos son las mismas que vimos en el caso anterior y ello se comprueba en la figura 80. Si se trata de reproducir una grabación existente en la cinta, la sección eléctrica se encarga de conectar la cabeza lectora o de reproducción, dejando sin alimentar la cabeza de borrado; si se trata de grabar un programa esa sección eléctrica se encarga ahora de conectar las cabezas de borrado y de grabación. Estas operaciones se realizan oprimiendo las teclas respectivas: reproducción (*playing*) o grabación (*record*).

La posición de la sección mecánica es la misma que para enrollar la cinta, salvo que ahora los patines que la presionan contra los frentes de las cabezas magnéticas están arrimados a la cinta. Pero veamos las características que debe presentar el movimiento general del sistema.

La cinta debe ser desplazada de manera que quede tensa, pero no mucho para evitar estiramientos. Luego, la velocidad del carrete tomador debe ser ligeramente mayor que la del proveedor; para ello está el patín de freno suave que presiona levemente sobre el canto del plato porta-carrete.

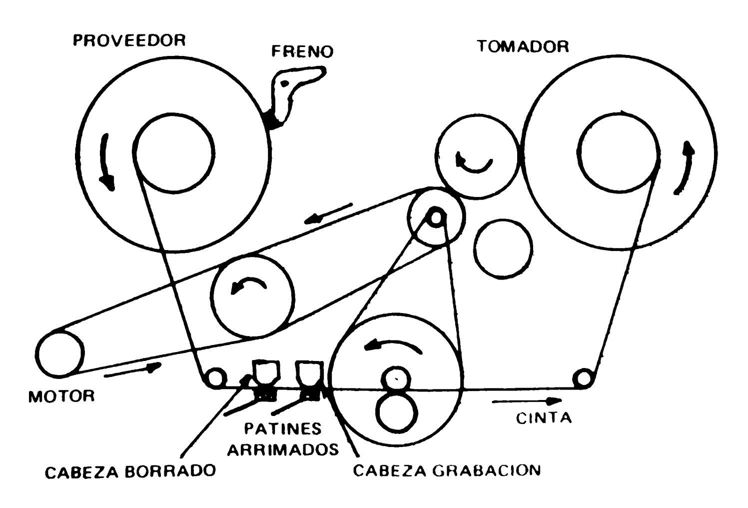


Fig. 80. - Disposición de la parte mecánica para grabar o reproducir. La cinta avanza a la velocidad normal y presionada contra las cabezas magnéticas por los patines presores. (*del Manual Técnico Grabadores PHILIPS*).

Por otra parte la cinta pasa oprimida entre el cabrestante y el rodillo de presión y para evitar que el carrete tomador tire de la cinta, la velocidad de ese cabrestante debe ser ligeramente mayor que la del citado carrete. Con estos logros previstos por el fabricante se obtiene un movimiento uniforme y suave de la cinta, que debe quedar tensa pero sin sufrir estiramiento. Cuando toda la cinta pasó al carrete tomador, el extremo final dentro del carrete proveedor está enganchada en su alma central y entonces se produce un intento de parada que el mecanismo detecta produciendo el frenado, en la forma como lo trataremos de inmediato.

Posición de frenado

La tensión que se produce al terminar la cinta hace actuar a un mecanismo de frenado que cambia la disposición de la sección mecánica en la forma como lo vemos en la figura 81. Cabe acotar que cuando se dispone de una tecla de frenado o parada ocurre exactamente la misma situación y las posiciones de las partes son las ilustradas en esa figura 81.

Por lo tanto, en la parte superior vemos una palanca metálica que tiene en sus extremos dos piezas flexibles o patines de freno que apoyan contra los bordes de los discos portacarretes produciendo el frenado de los mismos. Además la polea loca queda separada de su posición anterior, o sea del portacarrete de la derecha y de la polea motriz. También se separa el rodillo de presión del cabrestante, para evitar que se siga empujando a la cinta, y los patines que obligan a apoyar la cinta contra las cabezas quedan apartados de ella.

Así las cosas el movimiento se detiene con rapidez, salvo el pequeñísimo deslizamiento que es inherente a todo mecanismo sometido a la inercia, pero que en este caso queda absorbido muy pronto por la acción de los frenos. Pero no todo se detiene, ya que el motor sigue girando mientras no se accione la llave SI-NO y cono el eje del mismo está vinculado mediante una correa con la polea motriz y con el volante, estas piezas seguirán en sus movimeintos normales. Las flechas indicadoras de dirección en la figura marcan las partes que continúan en movimiento.

El enrolle rápido

Una cinta que se está pasando para reproducir, por ejemplo, puede ser desplazada rápidamente para adelante a fin de buscar una parte del programa que queda después de varios metros de recorrido. Esta operación podría realizarse con el movimiento normal de la cinta pero tardaría mucho tiempo. Es lógico que mientras se hace tal cosa deben quedar desconectados los circuitos eléctricos de reproducción, ya que no se escucharía nada coherente. Por el motivo señalado se procede a realizar un enrollado rápido, a una velocidad mucho mayor que la de deslizamiento normal, y que se llama precisamente enrolle rápido y suele

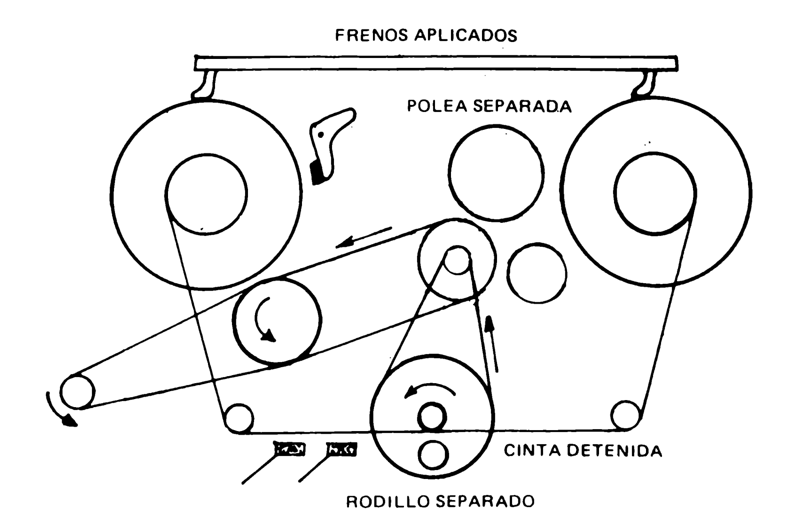


Fig. 81. Disposición de la parte mecánica para el frenado o detención del desplazamiento de la cinta que ocurre cuando se termina el contenido del carrete (*del Manual Técnico Grabadores PHILIPS*).

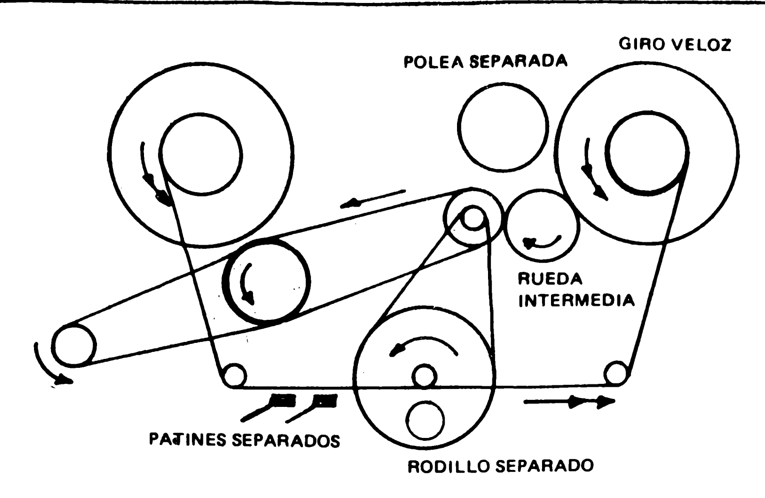


Fig. 82. – Disposición mecánica para producir el enrolle rápido de la cinta en el mismo sentido que el avance normal. Durante este proceso las cabezas magnéticas quedan inactivas (*del Manual Técnico Grabadores PHILIPS*).

marcarse su tecla con la palabra *cue* (cola) en una traducción algo original.

La disposición del sistema mecánico para esta operación, que se ordena mediante una tecla del tablero, es la que indica la figura 82. Veamos lo que ha ocurrido. En primer lugar el sistema motor, polea motriz y volante se mantiene inalterado, con la única variante que el rodillo de presión está separado del cabrestante para no frenar el movimiento rápido de la cinta. Con el mismo fin los patines quedan apartados de la cinta para que ésta no roce apretada contra las cabezas magnéticas.

La polea loca arriba a la izquierda queda separada del portacarrete de la derecha y de la polea motriz, puesto que para conseguir una relación distinta de velocidad de giro de ese carrete usamos otra polea intermedia que hasta ahora aparecía en el dibujo pero que parecía inservible. La relación de diámetros en poleas acopladas da una relación inversa a la de velocidades, de modo que la rueda intermedia ahora agregada debe tener un diámetro mucho menor que la polea loca anterior, cosa que no expresa con precisión el dibujo pero que es una realidad. Entonces, la polea motriz accionada por el motor roza contra la rueda intermedia y ésta contra el portacarrete de la derecha, produciendo en éste un giro de alta velocidad, detalle que indicamos con la flecha de doble punta en la figura.

Al girar velozmente el carrete de la derecha sin que nada frene su movimiento, arrastra al carrete de la izquierda y la cinta pasará rápidamente al primero hasta que el tirón que se produce al terminarse la cinta provocará la posición de frenado que describimos en la figura 81.

Rebobinado de la cinta

Se habló del enrolle rápido, el cual se realiza en el mismo sentido del avance normal de la cinta cuando se graba o reproduce, sólo que a mayor velocidad, pero hay casos en que se desea realizar el enrolle rápido pero en sentido inverso al normal, operación que se llama rebobinado (*rewind*). Este caso se presenta fundamentalmente en dos ocasiones: cuando se desea volver atrás para pasar de nuevo un trozo de grabación que interesa y cuando debe volverse la cinta al carrete proveedor para dejarlo en condiciones de ser pasada nuevamente.

Es evidente que para realizar esta operación habrá que producir cambios en la disposición de las partes mecánicas, y que tales cambios deben realizarse con el simple expediente de oprimir la tecla que marca la citada operación. La figura 83 muestra las posiciones que se producen en tal caso.

Igual que para el enrolle rápido, la cinta debe quedar libre y por lo tanto el rodillo de presión y los patines que rozan contra la cinta deben quedar separados de la misma. Y como problema fundamental, como el carrete proveedor o de la izquierda es el que va a recibir la cinta, el tomador o de la derecha debe quedar loco y por lo tanto quedan separados de él todos los rodillos que están en su cercanía. Pero la rueda intermedia, que queda a mitad de camino entre el eje del mo-

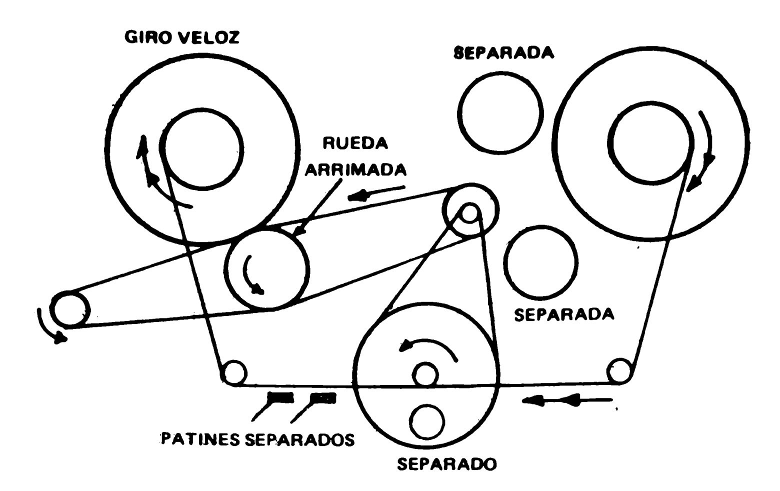


Fig. 83. – Disposición de la sección mecánica del grabador para producir el rebobinado rápido de la cinta, el cual se cumple en sentido contrario al del avance normal (*del Manual Técnico Grabadores PHILIPS*).

tor y la polea motriz es ahora desplazada hacia arriba a fin de que roce contra el canto del disco portacarrete de la izquierda. De este modo ese roce impulsa a dicho carrete a girar con alta velocidad, cosa que hemos indicado en la figura mediante flechas de doble punta. Iguales flechas se han colocado en el carrete de la derecha, que gira arrastrado por el otro carrete y por lo tanto a la misma velocidad que este, y en la cinta, que se desplaza de derecha a izquierda con velocidad elevada para que el rebobinado dure mucho menos tiempo que si se usara la velocidad normal de arrastre.

Cabe hacer notar que aunque no aparecen en la figura, quedan separados de sus lugares de presión todos los patines de frenado. Asimismo quedan sin conectar las cabezas magnéticas, ya que no tiene objeto su permanencia en circuito.

Posición de pausa

Hay ocasiones en que se desea parar la grabación o la reproducción por un lapso determinado, por ejemplo para atender otro asunto y entonces puede cortarse la alimentación del motor y se pararía todo el mecanismo. Pero cuando la interrupción es de corta duración, y entonces toma el nombre de *pausa*, no es necesario detener todo el sistema porque el pequeño arrastre que se produce puede no hacer coincidir exactamente el punto en que quedó la grabación con el de arranque al reiniciar el proceso. Entonces se procede a oprimir la tecla pausa (*pause*) y las cosas quedan como lo muestra la figura 84.

El motor, la polea motriz y el volante siguen girando normalmente pero el rodillo de presión que está junto al cabrestante es retirado de éste para que no arrastre la cinta. Al mismo tiempo los frenos actúan inmovilizando al portacarrete de la izquierda, con lo cual la cinta se detiene, ya que el débil arrastre del portacarrete de la derecha no puede vencer la resistencia del conjunto frenante. Inclusive se podría separar la polea loca superior a la derecha, cosa que ocurre en algunos modelos de grabadores. Para colaborar en el frenado los patines que oprimen la cinta quedan presionados contra ella.

Cuando se desea continuar con el movimiento se presiona ligeramente el botón o tecla de pausa para que suba a su posición de reposo y la situación vuelve a la normalidad, pues se levantan los frenos y el rodillo de presión oprime la cinta contra el cabrestante, provocando el arrastre de la misma. La situación vuelve a la existente antes de la pausa y el programa continúa desde el punto en que paró, sea una grabación o la reproducción de un programa grabado.

El contador de longitud

En los procesos de grabación o reproducción del sonido en cintas magnéticas hay un detalle que adquiere importancia en cuanto se piensa en que la cinta no queda a la vista en toda su longitud, como ocurre con un disco fonográfico, donde mediante grupos de surcos vacíos entre piezas grabadas se puede lograr la identificación del

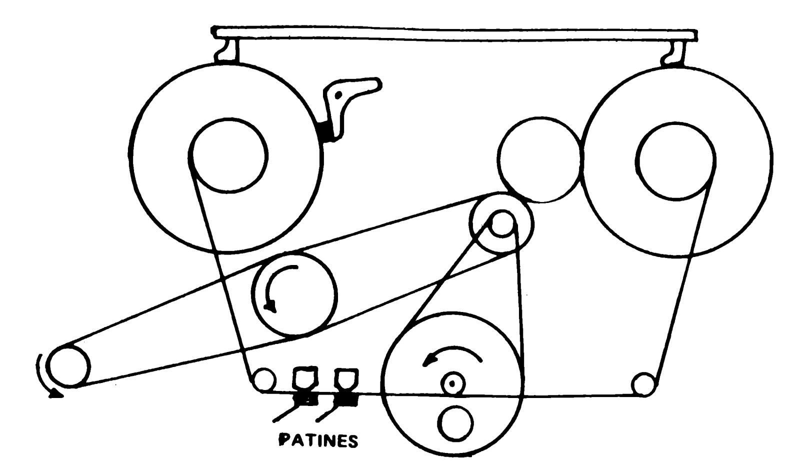


Fig. 84. – Disposición de las partes para producir una pausa en la grabación o reproducción sin detener la marcha del motor. La cinta queda frenada (*del Manual Técnico Grabadores PHILIPS*).

trozo musical que interesa. En el rollo de cinta no hay manera de identificar trozos determinados si no se agrega un dispositivo indicador que vaya anunciando la posición de la cinta a medida que ella se desliza.

Hay dos maneras de lograr tal identificación; una es la de medir la longitud de la cinta desde su extremo y el otro es contar las vueltas que da el carrete desde que comienza a enrollar. Si pensamos que esas vueltas tienen distinta cantidad de cinta, pues la primer vuelta del enrolle tiene un diámetro pequeño, algo así como 2 cm y que la última vuelta tiene un diámetro mucho mayor, unos 13 cm en el caso del grabador que estamos describiendo, se comprende que el sistema de medir la longitud de la cinta es el más lógico.

Para lograr tal indicación veamos la figura 85 que nos da la solución. Consiste en incorporar un indicador accionado por una garganta que se ubica en el portacarrete de la izquierda, en la cual se pasa una correa que a su vez abraza al eje de un contador. La cantidad se va leyendo mediante números dígitos, en este caso 4 dígitos, pero en el caso de los grabadores a cassette bastan 3

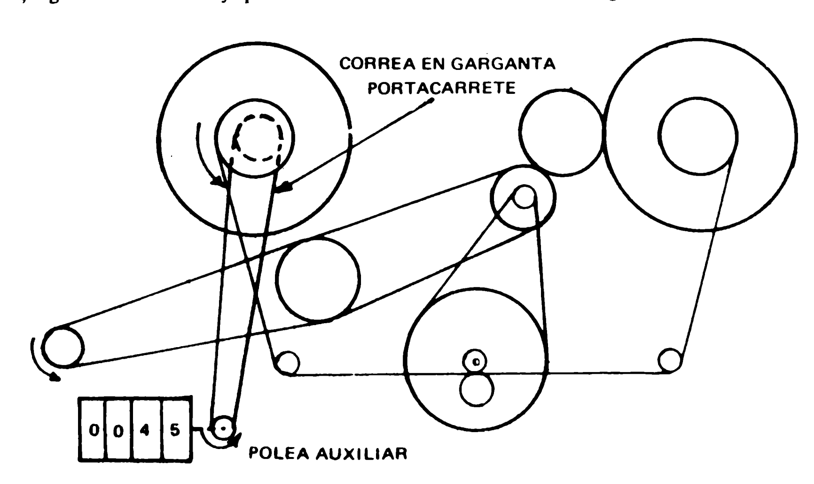


Fig. 85. – El agregado de un contador permite ubicar el punto de la cinta en que se halla la grabación relacionándolo con la longitud total (*del Manual Técnico Grabadores PHILIPS*).

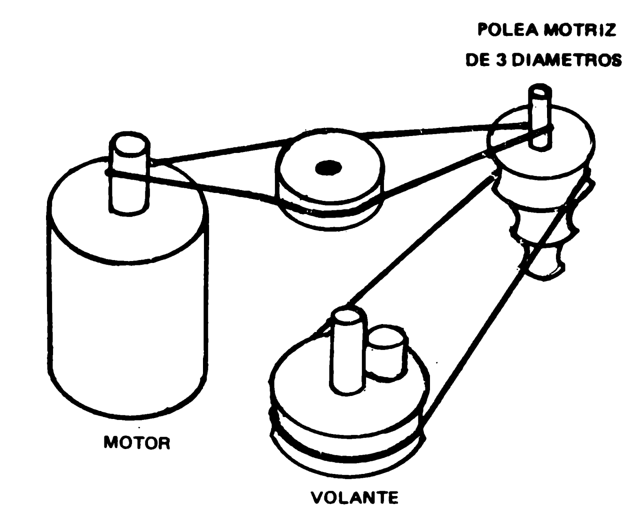


Fig. 86. – **Mediante una polea motriz con dos o tres gargantes se logra que la transmisión de la cinta se hagá a dos o tres velocidades diferentes (*del Manual Técnico Grabadores PHILIPS*).**

dígitos. La cuestión está en que la cantidad de cinta que cabe en los carretes abiertos es mayor que la que va en las cassettes y es fácil saberlo a priori; porque hay tablas como la que dimos en el capítulo 3 que nos informa que con carretes de 35,6 cm de diámetro, que son excepcionales, y cinta de 0,025 mm de espesor, se llega a enrollar 2196 metros. Algunos grabadores conectan el integrador numérico a una garganta en el volante, porque éste tiene uña veocidad periférica constante y proporcional al desplazamiento lineal de la cinta.

Cambio de velocidad

Los grabadores a carrete que usan más de una velocidad de deslizamiento de la cinta, cosa que se hace por las razones que ya fueron explicadas, necesitan un sistema para hacer tal cambio y el mismo puede ser eléctrico o mecánico. Al ocuparnos del motor de la figura 65 dijimos que conmutando las bobinas se lograban fácilmente dos velocidades distintas, claro que siempre es una doble de la otra, según sabemos. Ese cambio se hace por medios eléctricos ya que hay que conmutar conexiones en un circuito y en otros motores se recurre a soluciones similares.

En el tipo de grabadores a carrete como el que estamos describiendo se usan medios mecánicos para hacer el cambio de velocidad de la cinta y la figura 86 ilustra sobre el procedimiento. Vemos allí que la polea motriz en lugar de una sola garganta tiene tres; la correa que la une al volante puede estar ubicada en cualquiera de ellas. De acuerdo a la relación de diámetros resulta una determinada velocidad de giro del volante y por ende de arrastre de la cinta. Hay equipos que emplean este sistema para dos velocidades y entonces tal polea tendrá dos gargantas.

Como cualesquiera que sean las tres velocidades adoptadas, sabemos que siempre son tres contiguas de la tabla dada en el capítulo 2, y entonces la relación de diámetros de las tres secciones de la polea motriz es 4:2:1 pues cada una tiene doble diámetro de la que está debajo de ella.

Para poder cambiar la posición de toma de la correa es necesario aflojar la tensión de estirado al mismo tiempo que se hace subir o bajar la polea motriz para facilitar que la correa entre en la garganta que corresponde a la velocidad elegida; de inmediato se restituye la tensión de estirado a su valor normal.

En el caso de grabadores que emplean rodillos rozantes en lugar de poleas y correas se tiene un rodillo con dos o tres diámetros diferentes y el conjunto se asemeja al sistema usado en las bandejas pasadiscos de dos o tres velocidades, pues sabemos que las hay para discos grabados a 78, 45 y 33 r.p.m. La diferencia es que la relación entre esas velocidades no es de 2:1 como en el caso de las cintas, pero el sistema más empleado es usar un rodillo con dos o tres secciones de diámetros distintos y sobre él se hace actuar la rueda de accionamiento del plato.

El accionamiento del cambio de velocidad de la cinta se hace con una perilla en el tablero, que al

ser girada produce el movimiento necesario en el sistema mecánico para realizar las operaciones que hemos descripto. En el caso de los grabadores en los cuales tal cambio se hace por medios eléctricos tal perilla realiza cambios en el circuito eléctrico del motor o de sus circuitos asociados.

Como es lógico, el dispositivo de cambio de velocidad no se encuentra en los grabadores a cassette pues las mismas tienen una sola velocidad de desplazamiento de la cinta, la de 4,75 cm/seg.

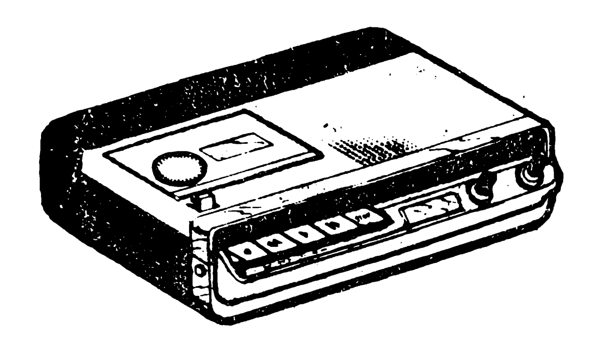
Día 8

La descripción de la parte mecánica de un grabador de cinta que hicimos en la jornada anterior nos ha permitido familiarizarnos con la ubicación de sus diversas piezas y con las posiciones que ellas adoptan cada vez que se presiona una de las teclas de accionamiento que están en el panel frontal. Otros grabadores de cinta tienen diferente disposición interior pero no distinto principio de funcionamiento, de modo que encontraremos que hay modelos con rodillos forrados de goma en lugar de poleas con correas, pero si comparamos unos con otros no tendremos dificultad en interpretar las diversas posiciones. Ahora debemos encarar la parte mecánica de un grabador a cassette y entonces hay que tomar algunos de los muchos existentes. Por las mismas razones que citamos al elegir uno de cinta hemos tomado como modelo el de la PHILIPS, del cual hay excelente información. Siguiendo el mismo procedimiento que empleamos para el modelo anterior, mostraremos las posiciones que adoptan sus diversas partes para cada operación que disponen las teclas de comando ubicadas en el panel superior del aparato y en cada una se harán las explicaciones para justificar tales posiciones, según cual sea la operación que se debe realizar. Ya sabemos que en los grabadores a cassette no debe enhebrarse la cinta, puesto que basta colocar la caja en el compartimiento previsto para ello y los dos carretes quedan listos para que comiencen a girar de la manera como será explicada. Y sabemos también que se usa una sola velocidad de arrastre, la de 4,75 cm/seg, de modo que no hay en estos aparatos cambio de velocidad. Con lo dicho, pongamos manos a la obra.

MECANICA PARA CASSETTES

Un grabador a cassette se distingue por presentar una mayor comodidad para el usuario, ya que no hay que enhebrar la cinta pues la misma está colocada en el interior de la caja-cápsula; tiene además la ventaja de que se dispone en el mercado de gran variedad de cassettes pregrabadas. Pero no deben olvidarse las limitaciones que tiene, pués hay una sola velocidad disponible, hay menor longitud de cinta y hay una inferior calidad de sonido. No obstante, la difusión que han alcanzado hoy en día, merced a la calidad que se logra con las cintas de bióxido de cromo y los supresores de ruido de fondo es notable, y los poseedores de estos equipos se olvidan de las diferencias que ofrecen los grabadores de cinta suelta.

La operatividad de un grabador a cassette es similar a la de uno de carrete abierto, pero su interior presenta las cosas de distinta manera. En primer lugar, la gran diferencia reside en que el carrete de cinta no tiene ningún dispositivo salvo la cinta enrollada en él. La cassette, tal como lo vimos en la figura 30, tiene algunos dispositivos, simples, pero los tiene y los mismos no están en el grabador sino en el interior de la cajita o cassette. Por ejemplo, dentro están los dos carretes pero sin sus ejes, está también el sistema de lámina con fieltro que presionará la cinta contra las cabezas de borrado y de grabación-reproducción cuando se coloque la cassette en el grabador. Hay unos agujeros, el cilíndrico que deja pasar al cabrestante o eje impulsor de la cinta y en el frente (figura 30) se ven los orificios rectangulares para que la cinta quede al descubierto y apoye contra las cabezas nombradas. Y tenemos los orificios que se mostraron en la figura 31 para que no actúe el sistema de borrado cuando se han quitado las pestañas que los cubren. Al quitar una pestaña puede entrar en la cassette un perno elástico que con ese desplazamiento elimina la acción de la cabeza de borrado. Y hay dos de esos orificios, uno para cada



Vista de un grabador a cassette PHILIPS modelo portátil, con comando de operaciones mecánicas mediante un teclado (*del Manual Técnico Grabadores PHILIPS*).

pista o juego de pistas de la cinta, o sea uno para la ida y otro para la vuelta.

Como se ve, la cassette es, además de un portacinta, una parte del sistema mecánico del grabador y como lleva partes de bajo costo no interesa que deban repetirse en cada una de las que compramos pregrabada.

Disposición mecánica interna

Hemos elegido como modelo el grabador a cassette PHILIPS y si quitamos la cubierta superior veremos lo que muestra la figura 87. Arriba a la derecha tenemos el motor, con su eje que tiene la poleita acanalada para la correa que accionará al volante, el cual lleva adosada una polea de menor diámetro que el de él. Esa correa está tensada por una de las ruedas intermedias que apoya en su parte derecha. Se ven los dos platos portacarretes con sus ejes que tienen los salientes o aletas para calzar en las muescas de los agujeros centrales de los carretes de la cassette. Por encima de estos portacarretes hay una palanca que tiene en sus dos ex-

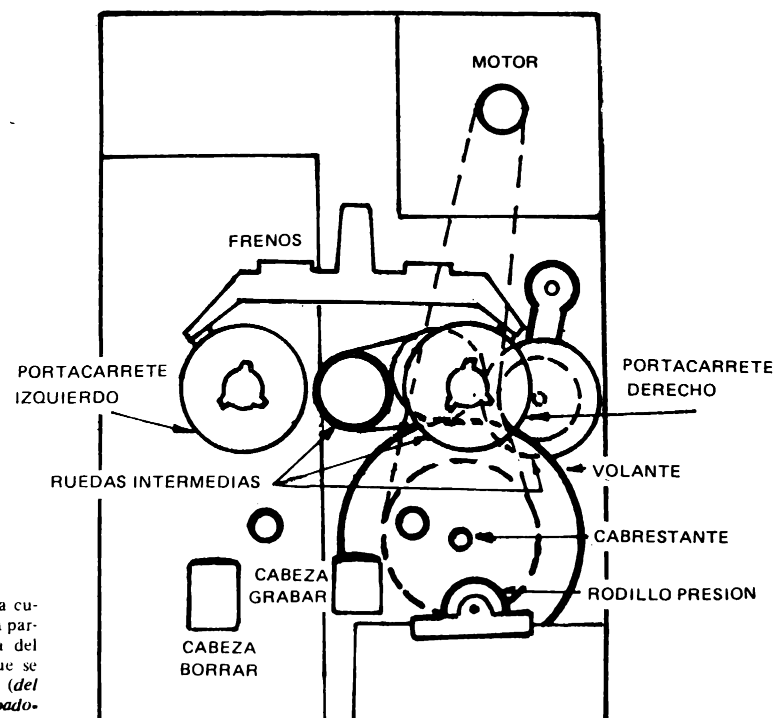


Fig. 87. – Quitando la cubierta superior se ve la parte mecánica completa del grabador a cassette que se describe en el texto (*del Manual Técnico Grabadores PHILIPS*).

tremos los patines de freno, que al ser accionados rozan contra los platos portacarretes.

Hay un juego de ruedas intermedias, algunas sin correas y otras dos vinculadas entre sí por una correa menor. Su mecanismo será visto al detallar las operaciones. Abajo y a la izquierda se ve la cabeza de borrado y un poco hacia la derecha la de grabación-reproducción. Los grabadores a cassette no tienen dos cabezas separadas para estas dos operaciones, de modo que no permiten el control de lo que se está grabando mediante monitoreo.

En el centro del volante se ve el eje de arrastre o cabrestante y un poco más abajo está el rodillo de presión, que cuando está la cinta apoyada en el cabrestante por haberse colocado una cassette, y se acciona alguna de las teclas de marcha, apoya contra el cabrestante. Esto se hace para que dicho cabrestante impulse la cinta a desplazarse, en la forma como lo hemos visto anteriormente.

El dibujo que mostramos ilustra sobre la ubicación de las partes mecánicas pero no sobre las operaciones, ya que al estar todos los elementos juntos no se puede percibir cuáles son los que se mueven y cuáles posiciones adoptan al accionar alguna de las teclas de comando. Al describir las distintas operaciones podremos ver eso con claridad.

Posición de grabación-reproducción

Para estudiar la operación mecánica en que se coloca al grabador para grabar o reproducir, ya que no hay posición inicial de enhebrado de la cinta como en los grabadores a carrete abierto, observemos primero la figura 88. En ella se ve el sistema propulsor de la cinta propiamente dicho. El motor, mediante una correa, acciona a la polea fija al volante. En la figura lo que se ve es esa polea y no el volante solidario con ella que mostraba la figura 87, donde esta polea se dibujó con línea de trazos. La correa es tensada por una rueda intermedia.

Si recordamos la figura 30, allí se veía un orificio para paso del cabrestante. Ahora vemos al cabrestante que ya pasó por ese orificio al colocar la cassette y a la cinta que apoya contra él. Pero al mismo tiempo, en la posición de grabar o reproducir se hace apoyar contra la cinta, presionándola contra el cabrestante, al rodillo de presión. De este modo se produce el desplazamiento de la cinta, la cual procede del carrete de la izquierda y va hacia el carrete de la derecha; su cambio de dirección se realiza por la ubicación en el codo de un eje guía.

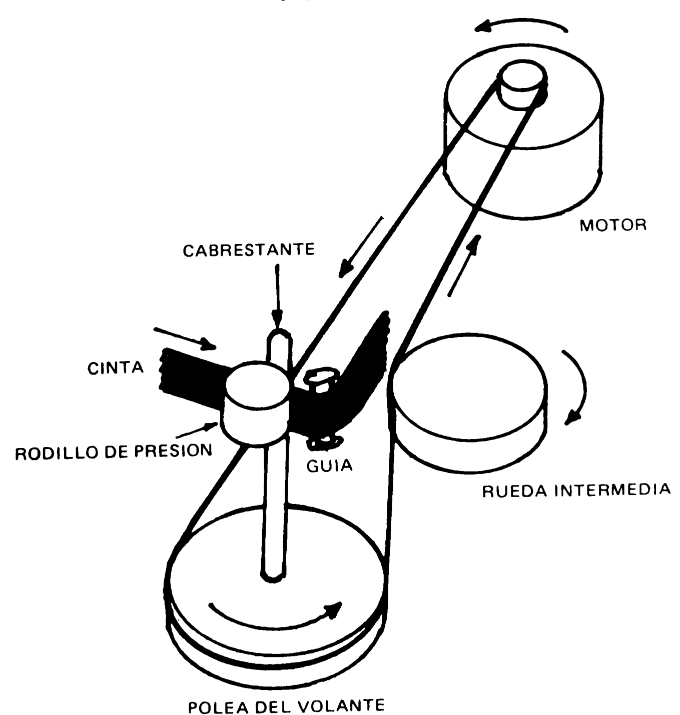


Fig. 88. – Posición para grabar o reproducir de la parte mecánica. Se ve que la cinta es impulsada por el cabrestante debido a la presión que ejerce sobre ella el rodillo (*del Manual Técnico Grabadores PHILIPS*).

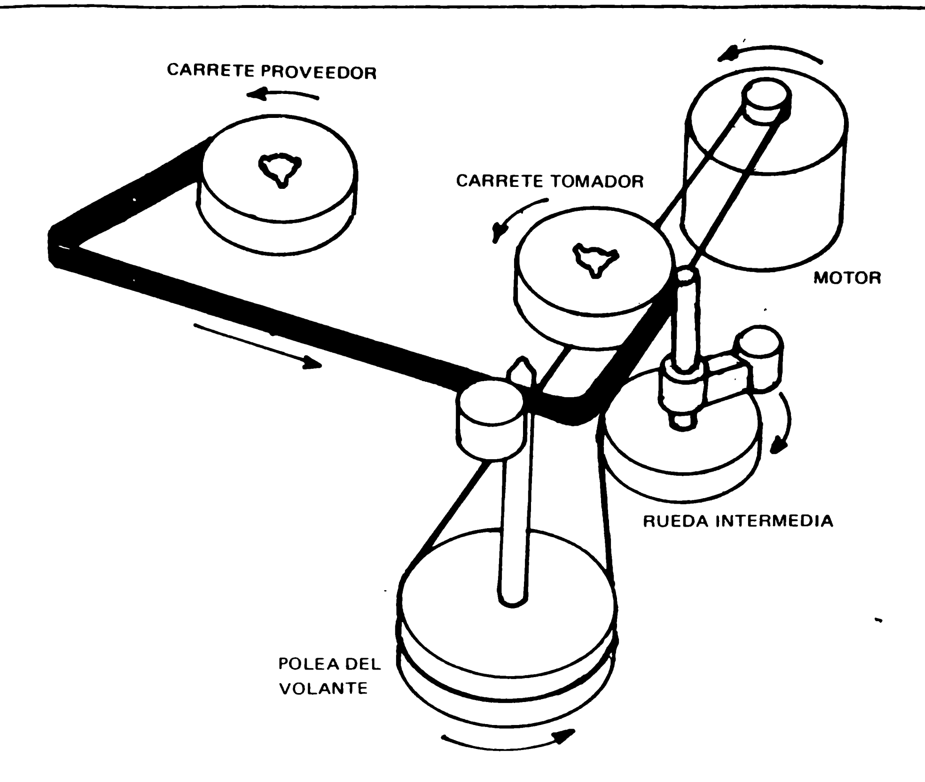


Fig. 89. - Disposición general de la parte mecánica para grabar o reproducir. El carrete tomador recibe su giro por medio de la rueda intermedia que es accionada por la correa del motor (*del Manual Técnico Grabadores PHILIPS*).

Ahora pasemos al resto de la parte mecánica para la posición correspondiente a grabación-reproducción, la que vemos en la figura 89. Vemos allí las posiciones de los carretes proveedor y tomador, o sea el de la izquierda y el de la derecha respectivamente. Vemos que la rueda intermedia que tensa la correa del motor tiene una palanca que permite darle la posición que tiene u otra que veremos más adelante. Y vemos incluída la acción sobre la cinta que mostramos en la figura anterior.

Recordemos que el único dispositivo que provoca el desplazamiento de la cinta es el cabrestante, combinado con el rodillo de presión (figura 79). El carrete de la izquierda debe dejarse arrastrar por la cinta y el de la derecha debe ser accionado por el motor a fin de enrollar la cinta en él. En la figura 89 se ve que el arrastre del carrete de la derecha se realiza mediante la rueda intermedia, la que al recibir movimiento de giro por la polea de motor-volante, hace acompañar tal giro con roce sobre el plato del carrete de la derecha. Así se logra que la cinta se enrolle en él.

Para la posición de operación normal que estamos comentando la cinta debe rozar contra las cabezas de borrado y de grabación-reproducción y ello se logra con la almohadilla de presión que la empuja contra los frentes de las cabezas. Este detalle no se ve en la figura, porque habría que colocar la cassette y la complicaría, pero lo podemos observar en la figura 80. Para simplificar el sistema en los grabadores a cassette, las dos cabezas magnéticas y el rodillo de presión están colocados sobre una misma placa desplazable. Al accionar la tecla de grabación o la de reproducción, esa placa desplaza al conjunto de manera que apoye contra la cinta.

Posición de parada

Durante la grabación o la reproducción se presenta la necesidad de detener el proceso y para ello hay que parar el deslizamiento de la cinta. Sabemos por lo visto para los grabadores de carrete abierto que tal cosa se logra mediante frenos, pero

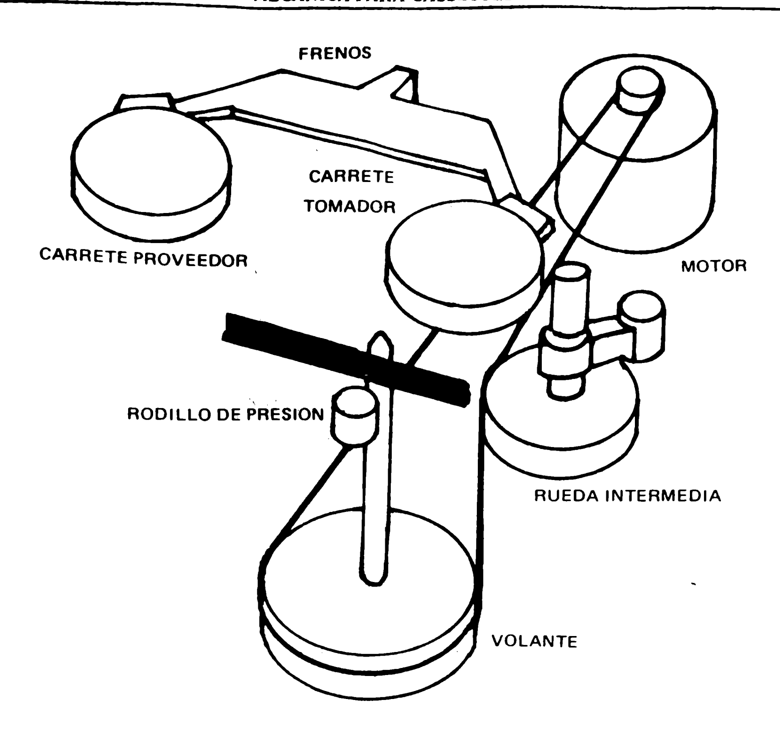


Fig. 90.– Disposición de la parte mecánica para la parada. La cinta y el carrete tomador quedan libres y los frenos detienen el movimiento *(del Manual Técnico Grabadores PHILIPS).*

veamos la situación que se produce en un grabador a cassette cuando se oprime la tecla de frenado; tal situación queda graficada en la figura 90.

En el grabador PHILIPS y en muchos otros, la posición de parada desconecta la alimentación del motor. Además, se libera a la cinta de su desplazamiento separando el rodillo de presión del cabrestante. De este modo la cinta queda apoyada en el cabrestante pero al no ser presionada contra él el desplazamiento no se produce. Lo mismo ocurre con la rueda intermedia, cuyo eje se separa del portacarrete de la derecha, con lo cual éste deja de girar y se interrumpe el enrolle de la cinta en el mismo.

Es de notar que al separar al rodillo de presión, como el mismo está sobre una placa que también es solidaria con las cabezas magnéticas, las mismas quedan también separadas de la cinta.

Simultáneamente con las operaciones indicadas, la palanca porta-frenos es desplazada hacia abajo, de manera que sus patines apoyen contra los platos portacarretes. El movimiento de los mismos cesa de inmediato.

Si analizamos las operaciones descriptas, las cuales ocurren cuando se decide detener el movimiento, hay que admitir que se logran muchas operaciones con el accionar de una sola tecla.

El enrolle rápido

Cuando se desea terminar de enrollar la cinta en el carrete tomador sin finalizar el programa grabado o sin terminar de grabar uno nuevo, no se continúa con el lento movimiento normal de la cinta sino que se procede al enrolle rápido, en la misma forma como se procedía en los grabadores de carrete abierto (figura 82). Veamos la disposición de la parte mecánica para esta operación, según la ilustración de la figura 91.

La cinta debe quedar separada de las cabezas magnéticas y del rodillo de presión, para no someterla a un roce excesivo contra esos elementos durante el desplazamiento veloz. Para ello, como ese rodillo y las cabezas están fijas sobre una placa metálica única, se la desplaza y se cumple con la premisa apuntada.

La rueda intermedia que recibía movimiento de la correa del motor en la figura 90 queda despla-

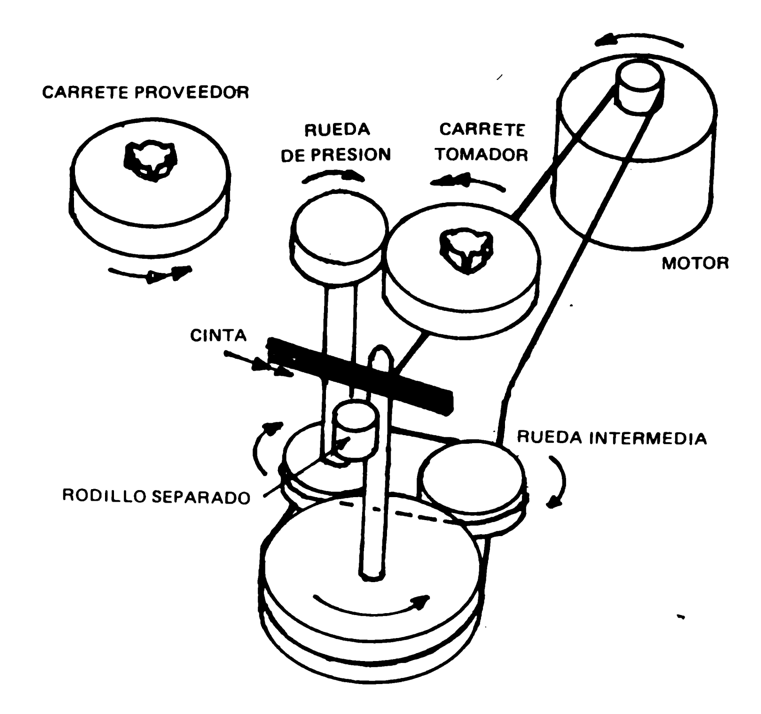


Fig. 91. – Disposición de la parte mecánica para el enrolle rápido. El carrete tomador es accionado por un juego de ruedas intermedias (*del Manual Técnico Grabadores PHILIPS*).

zada del portacarrete tomador, tal como se veía en esa figura. Esto es porque la relación de diámetros entre ella y el portacarrete le da al mismo una velocidad lenta y queremos obtener una velocidad alta, por lo que necesitamos otra rueda.

Precisamente, para lograr las altas velocidades en los dos sentidos, o sea en el enrolle y en el rebobinado que veremos después, hay un juego de ruedas intermedias que aparecen claramente en la figura 91. La de abajo a la derecha se hace apoyar contra la polea del volante y por tanto recibe accionamiento del motor. Tiene además una correa que la vincula a otra rueda, la de abajo a la izquierda, que tiene un eje con una tercer rueda en la parte superior. Esta última es la que se hace rozar con el portacarrete de la derecha. La relación de diámetros en la doble transmisión, una entre la polea del volante y la rueda primera que mencionamos y luego entre la rueda superior y el portacarrete, dan a la transmisión una relación de velocidades tal que el portacarrete gira a alta velocidad, que es lo que se quería. Esto se indica en el portacarrete tomador y en la cinta mediante la flecha de doble punta. Y como al girar el portacarrete tomador arrastra la cinta y al carrete proveedor, la flecha que tiene el mismo lleva también la doble punta, puesto que este carrete gira a la misma velocidad que el otro.

Cuando la cinta está totalmente enrollada en el carrete tomador, un sistema de freno automático, del cual hablaremos más adelante, se encarga de detener tal enrolle. La operación ha terminado. La tecla para enrolle rápido tiene una doble flecha indicativa que apunta hacia la derecha.

Rebobinado de la cinta

Otro caso de enrolle rápido es cuando se desea volver atrás la cinta para pasar de nuevo el programa o para reproducir el programa recién grabado. En tal caso la cinta está total o parcialmente en el carrete de la derecha o tomador y se la quiere volver al proveedor, y ello puede hacerse en forma total o parcial. Esto último sería el caso de querer repetir una pieza determinada del programa pregrabado o querer reproducir un trozo de lo recientemente grabado.

La situación de la parte mecánica es similar a la anterior, según lo muestra la figura 92. La cinta debe poder desplazarse con comodidad, por lo que el rodillo de presión queda separado del cabrestante, dejando la cinta libre. Las cabezas magnéticas deben quedar también separadas de la cinta, pero eso se logra al separar el rodillo de presión, pues sabemos que el mismo está asegurado a una misma placa metálica con las cabezas y al desplazar dicha

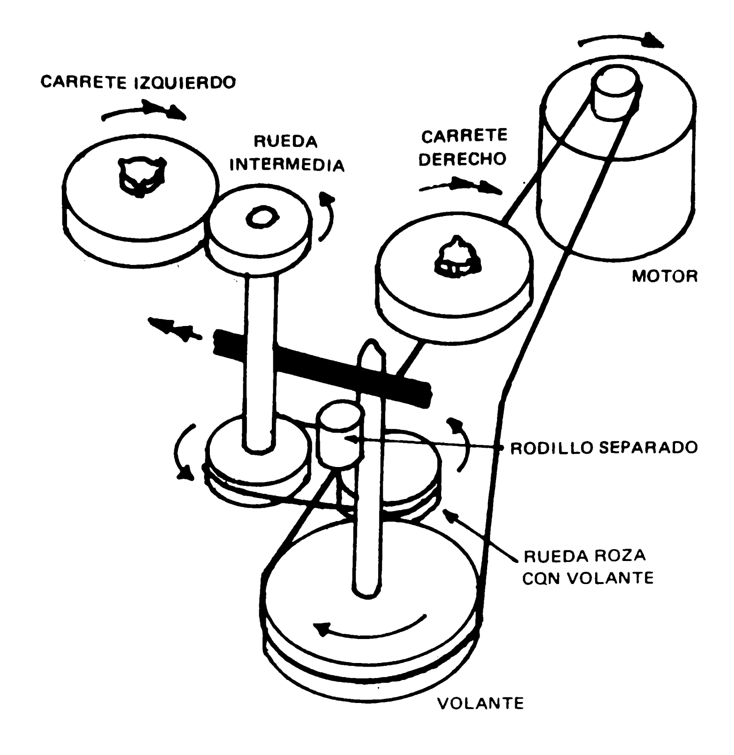


Fig. 92. – Disposición de la parte mecánica para el rebobinado rápido. El carrete proveedor recibe el giro por la serie de ruedas intermedias (*del Manual Técnico Grabadores PHILIPS*

placa se logran ambas cosas. También queda separada del portacarrete tomador la rueda intermedia que vimos apartada en la figura 90, pues no debe hacer girar al carrete tomador ya que su relación de diámetros con éste le daría al mismo la velocidad normal y no la rápida que necesitamos.

El grupo de ruedas intermedias que vimos en la figura 91 es desplazado ahora hacia la izquierda, de tal manera que la inferior de la derecha hace presión contra la polea del volante y la superior apoya contra el portacarrete de la izquierda. Como la relación de diámetros es la conveniente, se produce la alta velocidad de desplazamiento de la cinta hacia la izquierda, indicada en la figura con la flecha de doble punta. Esta alta velocidad de arrastre la tiene el portacarrete de la izquierda y por arrastre de la cinta, la adquiere el portacarrete de la derecha. Las flechas en ambos portacarretes tienen la doble punta que indica alta velocidad.

Como se ve, en forma simple se logra el rebobinado de la cinta que era lo que se quería lograr al oprimir la tecla correspondiente, la cual tiene como indicación una doble flecha que apunta hacia la izquierda.

Parada automática

Cuando se termina el rollo en el carrete proveedor o en el enrolle rápido, o en el de la derecha en el caso del rebobinado, el movimiento de giro de los portacarretes debe cesar para evitar la tracción sobre la cinta. En el caso del grabador que describimos en el capítulo anterior se hacía actuar un sistema de frenos, pero en el grabador a cassette que estamos describiendo se emplea otro sistema, que puede verse en su parte mecánica en la figura 93. La parte eléctrica que está vinculada a este dispositivo será tratada más adelante.

El dispositivo agrega a la parte giratoria del portacarrete, que en este caso denominamos rotor, una parte fija o estator, que consiste en un disco que actúa, combinado con el rotor, como un interruptor rotativo.

De acuerdo con la forma que tiene la roseta interior del estator, cuando el rotor gira se genera una tensión alterna, para la cual se emplea una fuente alimentadora que está contenida en la parte eléctrica del grabador. Cuando el carrete se detiene esa tensión deja de ser alterna y por tanto aprovechando la diferencia entre ambas tensiones,

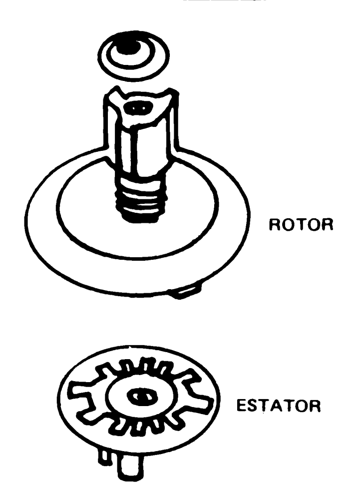


Fig. 93. – Interruptor rotativo para el sistema de freno automático (*del Manual Técnico Grabadores PHILIPS*).

un dispositivo electrónico se encarga de cortar la alimentación del motor y logra el frenado. Básicamente ese circuito eléctrico contiene un transistor Q_1, como se ve en la figura 94, que recibe alimentación en su emisor y cuyo colector queda en serie con la alimentación del motor. Al mismo tiempo, del circuito de base sale una combinación de resistores y capacitor que polariza al transistor Q_2 haciendo su base negativa con respecto al emisor. Con ello el transistor Q_1 comienza a conducir, el motor recibe corriente y gira. En ese momento la parte mecánica recibe impulsión y el portacarrete de la derecha gira y su interruptor rotativo también, dando origen a la tensión pulsante, la cual aparece en la base de Q_2 por atravesar el capacitor C. Esto mantiene el funcionamiento del motor. Pero cuando se detiene un carrete, deja de aparecer la tensión alterna, deja de polarizarse la base de Q_2 y con ello la de Q_1 y el motor deja de recibir corriente, por lo que se detiene.

Cabe hacer notar que este sistema de frenado automático es empleado en el grabador a cassette de la PHILIPS y que otros grabadores usan sistemas de su propio diseño. La mención cabía por el hecho de que estamos describiendo un grabador determinado y el dispositivo de frenado automático lo completa.

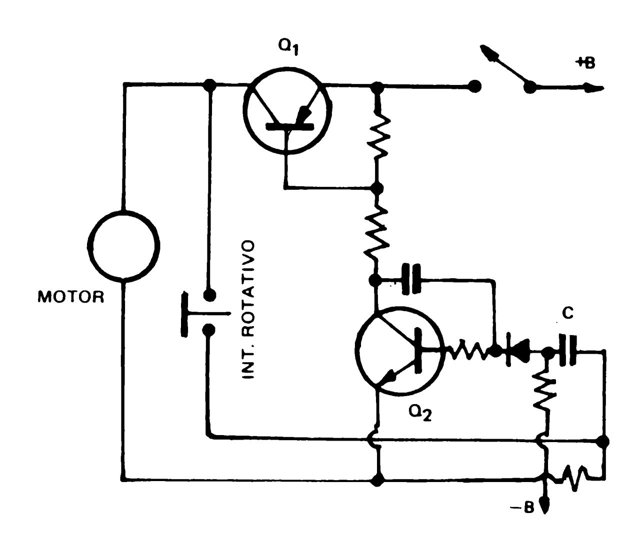


Fig. 94. Circuito de la parte eléctrica vinculada al sistema de freno automático en el grabador a cassette PHILIPS.

Día 9

Despues de haber estudiado las tres últimas jornadas tenemos un conocimiento general sobre la parte magnética de los grabadores y en especial sobre uno del tipo a cassette abierto o de cinta suelta y uno del tipo a cassette o de cinta encapsulada que se tomaron como modelos para la descripción. Sabemos cómo se realizan los movimientos necesarios para las distintas operaciones y si abrimos un grabador veremos cosas conocidas en su interior, pues se ha dicho que los principios son los mismos y cada fábrica adopta variantes, pero no son fundamentales. Previamente habíamos estudiado el tratamiento magnético de la cinta mediante las cabezas de borrado, grabación y reproducción, incluyendo la grabación en varias pistas, que es lo que se hace actualmente. Así las cosas debemos ahora enfrentarnos con los circuitos eléctricos y sus componentes, así como los accesorios vinculados a ellos, todo lo cual constituye la parte eléctrica del grabador. Dentro de esta parte ocupa un sector de suma importancia toda la sección que procesa la señal de audio, lo cual justifica que le dediquemos una jornada completa. Y estos circuitos deben abarcar el tratamiento que se da a la señal que está grabada en la cinta y que debe ser reproducida hasta llegar a un parlante y la que proviene de una fuente sonora y se la debe grabar en una cinta para su posterior reproducción. Y todavía debemos hacer una aclaración y es que tenemos circuitos monoaurales y estereofónicos, ya que la tendencia actual es preferir las reproducciones en estereofonía que dan mayor realismo a la música. Como vemos el temario es extenso y procedamos a abordarlo.

LA SECCION DE AUDIO

Desde que el grabador es un aparato que debe convertirnos una señal de audio en una magnetización de la cinta o tal magnetización en señal de audio, operaciones que se llaman grabación y reproducción respectivamente, habrá en su interior una parte que se encarga de esos dos procesos. Tal parte no puede ser otra cosa que un circuito de audio con varias secciones vinculadas entre sí, y se intuye que no puede ser muy diferente a los circuitos de audio que se emplean para otros dispositivos de reproducción del sonido, si se salvan las particularidades que caracterizan a la grabación magnética. Es decir que emplearemos también en nuestro caso trasductores o conversores electroacústicos como son los micrófonos y los parlantes, y encontraremos circuitos de preamplificadores, de ecualizadores o correctores de frecuencia y amplificadores finales. Y en esta sección se hallan incluídos los osciladores de frecuencia alta, no tanto como para que salga de la gama de audio y llegue a ser calificada como radiofrecuencia (R.F.). Estos osciladores han sido mencionados al estudiar la polarización magnética de alta frecuencia que se da a la cinta y el proceso de borrado con alterna, que es el sistema moderno.

Se impone entonces hacer una mención de los dispositivos electroacústicos usados en los grabadores para destacar sus características, y luego presentar los circuitos a los que aquellos están vinculados. En esta oportunidad veremos los circuitos básicos pues en los capítulos próximos trataremos la parte eléctrica de grabadores reales, eligiendo alguno de los existentes como modelo, en la misma forma como hicimos con la parte mecánica. Después de estudiar la parte eléctrica completa, que incluye a la sección de audio y algunos circuitos auxiliares, estaremos en condiciones de levantar la tapa de un grabador y encontrar con que estamos familiarizados con su contenido, tanto eléctrico como mecánico, pues tal como hemos dicho en varias oportundiades, las diferencias entre los distintos modelos que se encuentran en el mer-

cado no son fundamentales sino más bien cuestiones de criterio de los laboratorios de diseño y algunas veces problemas de cubrimiento de patentes.

Niveles de referencia

En los sistemas de audio se manejan cifras que revelan los niveles de la señal y no hay una uniformidad total en la elección de las unidades o en los sistemas para expresar tales cifras. Por ejemplo, es común que para los amplificadores se dé la cifra de potencia de salida y se la exprese en Watt; quiere decir que un amplificador de 20 Watt tendrá doble potencia de salida que otro de 10 Watt. Pero eso no quiere decir que el oyente perciba una sensación de doble sonoridad con el primero que con el segundo, puesto que el oído tiene una característica de sensibilidad logarítmica. Esto quiere decir que la doble potencia impresiona al oído como si el aumento fuera de alrededor de un 50%.

En los preamplificadores suele usarse como medida del nivel la tensión de audio y se habla, por ejemplo, de una entrada de 50 milivolt y una salida de 700 milivolt. La ganancia de tensión que resultaría en ese caso es de 700/50 = 14. Y si disponemos de una tabla de logaritmos y hacemos la operación que explicamos en el capítulo 4, resultaría que esa ganancia representa unos 30 dB.

Y ya que hablamos de la medida del nivel en decibeles, diremos que la misma suele usarse para expresar el nivel de salida de los micrófonos, de modo que hay que conocerla. Asimismo, cuando se dan curvas de nivel de salida en cintas magnéticas, vimos que los mismos se tomaban en dB. Resulta útil para el lector dar una tabla que indique las relaciones entre las tres unidades que hemos mencionado y es lo que proporcionan las tabas adjuntas. La primera da los niveles referidos a un llamado *nivel cero* que se fija en 6 miliwatts y la segunda da las relaciones de potencias y de tensiones para cada nivel de ganancia expresado en decibeles.

Por ejemplo, para usar las tablas, supongamos que tenemos un micrófono que acusa un nivel de salida de −60 dB y queremos aplicarlo a un amplificador de potencia que requiere una tensión de entrada de 700 milivolt o sea 0,7 V. Lo primero que tenemos que saber es cuál es la tensión de salida de nuestro micrófono y vamos a la primera tabla, la que nos dice que para −60 dB la tensión es de 0,00173 V. Luego, si dividimos ambas tensiones, la mayor por la menor, nos da una cifra de 400. Esta cifra expresa la ganancia de tensión que tendrá que tener nuestro preamplificador y desde ya vemos que una sola etapa no puede dar esa ganancia y colocaremos dos etapas de ganancia 20, porque 20 × 20 = 400 y tenemos resuelto el problema.

Claro que el problema propuesto se presenta cuando se va a diseñar un equipo amplificador, y nosotros estamos estudiando grabadores ya construídos, en los cuales los proyectistas debieron realizar cálculos del tipo que hemos presentado y muchos otros, pero hemos hablado de ello para orientar al lector sobre el hecho de que en esta materia no se puede improvisar cuando se acoplan equipos entre sí y hay que respetar ciertas reglas que han quedado esbozadas en las consideraciones anteriores.

NIVELES ACUSTICOS

dB	Potencia W	Tensión V
40	60	173
30	6	54,8
20	0,6	17,3
10	0,06	5,48
0	0,006	1,73
− 10	0,0006	0,548
− 20	0,00006	0,178
− 30	0,000006	0,055
− 40	0,0000006	0,0173
− 50	0,00000006	0,0055
− 60	0,000000006	0,00173
− 70	0,0000000006	0,00055
− 80	0,00000000006	0,000173

GANANCIAS RELATIVAS

dB	Relación de Potencia	Relación de Tensiones
80	100.000.000	10.000
70	10.000.000	3.160
60	1.000.000	1.000
50	100.000	316
40	10.000	100
30	1.000	31.6
20	100	10
10	10	3,16
0	1	1

Micrófonos

Para poder grabar sonido captado del ambiente en una cinta magnética, el primer elemento que necesitamos es un micrófono, el cual transforma las ondas sonoras en una tensión eléctrica de audio. Hay muchos tipos de micrófonos, pero en los grabadores se usan solamente algunos, como el de cristal, el de reluctancia variable y el dinámico. Otros tipos como el de cinta y el de capacitor quedan para operaciones super profesionales y por tanto escapan al tema de este libro. Procederemos a hacer una descripción somera de los tres tipos que hemos mencionado en primer término.

El micrófono de *cristal* se llama así porque tiene una pastilla de un cristal especial que es de *sal de la Rochelle*, un mineral que presenta una curiosa propiedad: si se lo corta en láminas y se presionan sus caras planas, se genera una tensión proporcional a la amplitud de la presión ejercida. Si colocamos la lámina arrimada a una placa metálica y hacemos incidir sobre ella un sonido, la placa vibrará y presionará al cristal. Se producirá una tensión cuya amplitud y frecuencia coincidirán con las de la onda sonora en una cierta proporción. Luego, tal tensión puede llevarse a un amplificador para darle un nivel adecuado y usarla para grabar una cinta magnética.

Constructivamente la figura 95 muestra un corte y vemos que la pastilla de cristal está sujeta entre dos soportes y que de ambos lados hay placas receptoras de la vibración. Desde este punto de vista el micrófono capta vibraciones desde ambas direcciones, lo que se llama *bidireccional*. No obstante, suelen fabricarse micrófonos a cristal unidireccionales, dejando activa solo una cara del cristal.

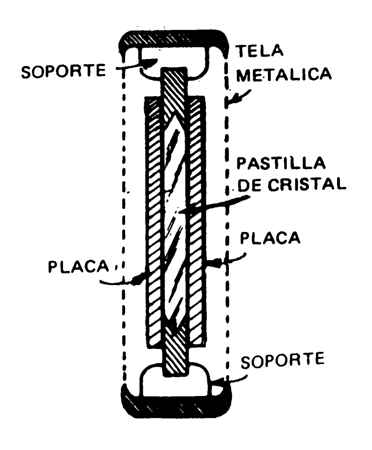


Fig. 95. – Corte esquemático de un micrófono de cristal que usa una pastilla de sal de la Rochelle como elemento sensible a las vibraciones.

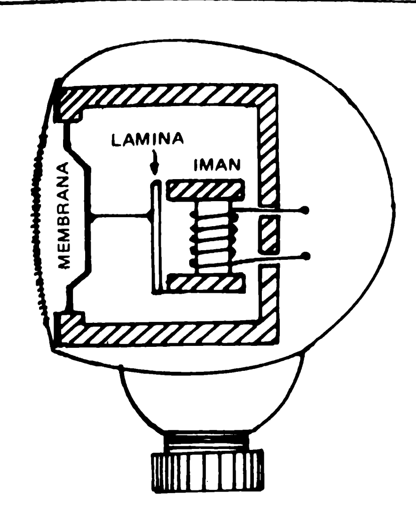


Fig. 96. – Corte esquemático de un micrófono del tipo a reluctancia variable, muy usado en grabadores del tipo familiar y semiprofesional.

Los micrófonos a cristal son económicos y tienen un nivel de salida no muy alto pero además muestran curvas de respuesta que distan mucho de ser planas, por lo que se emplean para grabadores familiares y no para profesionales, para los que se prefieren otros tipos como los que describiremos de inmediato.

Un micrófono que también es de bajo costo es el de *reluctancia variable* que muestra la figura 96. Tiene un bobinado sobre un núcleo de imán permanente, cuyo circuito magnético lo cierra una lámina que tiene uno de sus extremos fijos y el otro libre. Esta lámina está vinculada mediante una varilla a una membrana que recibe las ondas sonoras, de tal modo que al vibrar trasmite ese efecto a la lámina del imán. Este efecto hace que la resistencia magnética o reluctancia del circuito magnético se altere según la posición de la lámina vibrante y por ende se inducirá una tensión en la bobina que responde en forma proporcional la amplitud y frecuencia de onda sonora. En realidad la variación de reluctancia se produce por variar el espesor del entrehierro al moverse la lámina por efecto de la onda sonora.

Estos micrófonos son de bajo costo y tienen mayor nivel de salida que los de cristal, pero su rango de frecuencias no es muy amplio, por lo que su empleo queda limitado a los grabadores familiares.

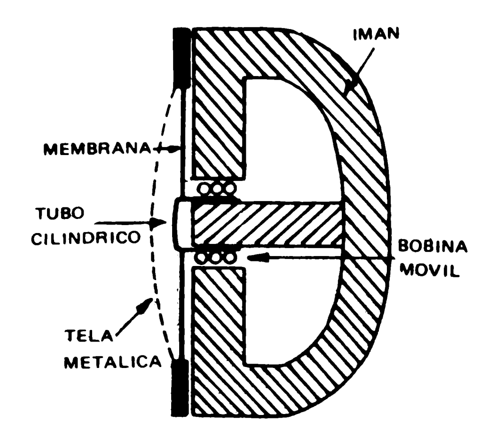


Fig. 97. – En este corte se aprecia la disposición del micrófono del tipo dinámico que se asemeja a los parlantes autodinámicos en su faz constructiva.

En tercer lugar tenemos los micrófonos llamados *dinámicos*, cuyo corte esquemático puede verse en la figura 97. Su funcionamiento se basa en el mismo principio que usan los parlantes del tipo autodinámico, de los que nos ocuparemos enseguida. Tienen un imán permanente en forma de campana con una barra cilíndrica central, conjunto construído de tal manera que deja un hueco o entrehierro de forma tubular, por lo que puede desplazarse un tubo de cartón sobre el cual se enrolla una bobinita, cuyos extremos se conectan al circuito exterior. Para dar elasticidad al movimiento el tubo está sujeto a una lámina elástica o membrana que es la que recibe las ondas sonoras, o sea que vibra en concordancia con la amplitud y frecuencia de las mismas. Al desplazarse la bobina corta las líneas de fuerza del imán y se induce en ella una tensión cuya amplitud es directamente proporcional a la de la onda sonora y cuya frecuencia coincide con la de tal onda. La proporcionalidad directa que se cumple en el fenómeno hace a este micrófono de buena calidad, pero para lograrla se necesita un imán de alta densidad magnética y eso no lo hace muy económico. Su baja impedancia que es del orden de 50 hasta 200 Ohms lo hace apto para usarlo con preamplificadores a transistores. Encontramos micrófonos dinámicos en grabadores profesionales y muy raramente en los modelos de menor costo.

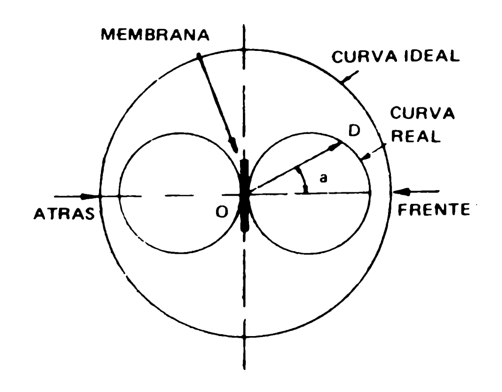


Fig. 98. – Forma de obtener la gráfica de captación de un micrófono, en este caso de uno del tipo bidireccional.

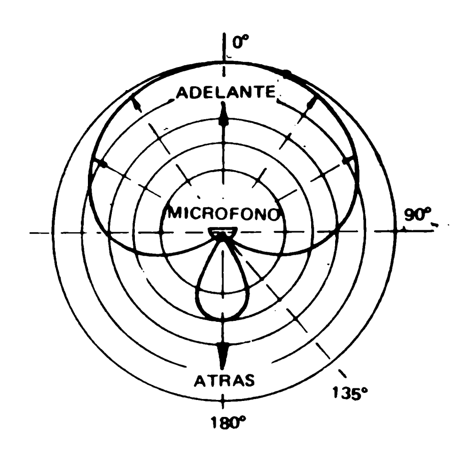


Fig. 99. – Gráfica de direccionabilidad de un micrófono del tipo denominado cardioide con una captación grande en una sola dirección.

Direccionabilidad de captación

Los micrófonos captan el sonido que viene de todas direcciones, pero si se piensa que la onda sonora debe actuar sobre la placa que presiona al elemento sensible o lo hace vibrar, podemos imaginar un gráfico que se ve en la figura 98. Consiste en dibujar la placa o membrana vibrante en posición vertical con centro en *O* y suponer distintas direcciones radiales de incidencia de la onda sonora, por ejemplo la *DO* que forma un ángulo *a* con el eje horizontal. Como la onda de presión se aprovecha en su total intensidad cuando incide perpendicularmente, cuando lo hace desde la procedencia *DO* tendrá un efecto menor sobre la membrana y si la incidencia coincide con el eje vertical, la membrana no vibrará. Así pueden trazarse las curvas de captación que para el micrófono de cristal de doble frente (figura 95) afectan la forma

de dos círculos, y para uno de simple captación la de un solo círculo del lado abierto del micrófono. La forma teórica ideal sería la de un círculo con centro en *O*, pero eso es imposible. La forma real de captación es inconveniente, porque si se desea captar el sonido de una orquesta los instrumentos ubicados en el centro serán mejor captados que los laterales, por lo que suele recurrirse a colocar varios micrófonos.

Las fábricas han tratado de modificar las curvas de captación para acercarse a la forma del círculo con centro en el frente del micrófono y han logrado modelos cuya curva se ve en la figura 99. Exhiben una forma curiosa, con un gran lóbulo hacia adelante y un pequeño efecto captor trasero. Tales micrófonos se denominan direccionales o *cardioides*. La necesidad de reducir la captación trasera se presenta por el hecho de que en ambientes cerrados, las ondas sonoras se reflejan en las paredes y el techo y llegan al micrófono por varios caminos, además del de captación directa. Puede colocarse el micrófono de manera que las ondas reflejadas lleguen a su parte trasera pero entonces la captación posterior debe ser nula o casi nula. Hay además una realimentación sonora, que ocurre cuando el sonido del parlante vuelve al micrófono por via de las ondas sonoras, efecto que se llama *acople* y que se reduce bastante con micrófonos cardioides. Aclaramos que el nombre de estos micrófonos viene del hecho de que la curva de captación afecta una forma de corazón. En ambientes abiertos la realimentación no se produce y no hay tantas exigencias para la elección de los micrófonos, pero en ambientes cerrados constituye un problema que debe ser resuelto acudiendo hasta a hacer tratamiento acústico a las paredes y techos del salón; pero este no es nuestro tema y lo dejamos como simple mención de asuntos que interesan a la electroacústica.

Parlantes

Para reproducir el sonido, o sea para convertir una señal de audio ya amplificada hasta el nivel necesario, el cual se expresa en términos de potencia, se requiere un trasductor de función inversa a la del micrófono. En efecto, hay que transformar una señal eléctrica en ondas sonoras y para ello se emplea un dispositivo llamado *parlante*. De todos los modelos que se usaron a lo largo de su historia el parlante que subsiste actualmente es el llamado *autodinámico* que ilustra en corte esquemático la figura 100.

Tiene un imán de forma similar al de la figura 97, con el hueco en el que puede desplazarse un tubo de cartón, en el cual se ha enrollado una

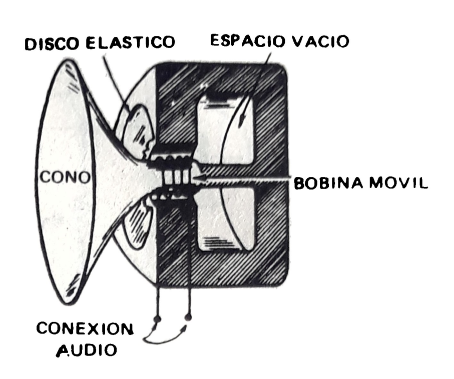


Fig. 100. – Corte esquemático de un parlante tipo autodinámico, que es el tipo prácticamente de única utilización en la actualidad.

bobinita que tiene conexión al circuito de audio. A ese tubo se fija una membrana elástica y un cono de cartón, La corriente de audio recorre la bobina y genera un campo magnético, el cual actúa superpuesto al del imán permanente en el cual está sumergida la bobina, produciéndose efectos de repulsión ya conocidos y la bobina y su tubo vibrarán siguiendo la amplitud y frecuencia de la corriente de audio. El cono de cartón es impulsado también a vibrar y da origen a las ondas sonoras en el ambiente.

La bobina móvil se hace con alambre fino pues el entrehierro debe ser de poco espesor, pero como tiene pocas vueltas resulta de impedancia reducida, valores que van desde 3,2 hasta 8 Ohm en los modelos comunes. Para acoplar esta bobina a la última etapa del amplificador, en los tiempos de las válvulas electrónicas, se requería un transformador adaptador de impedancias, pues tales válvulas necesitaban impedancias del orden de los miles de Ohm, pero actualmente, con los transistores, las impedancias requeridas son bajas y los parlantes se acoplan directamente a la etapa de salida de los amplificadores de potencia. Se usan impedancias de 4 y 8 Ohm, siendo más comun la segunda cifra.

Preamplificadores

La señal que entrega un micrófono debe ser amplificada para aplicarla al amplificador previo a la grabación, porque la cabeza magnética requiere una fuerte corriente en su bobina. Entonces se emplean etapas que amplifican la tensión de audio que entrega un micrófono, etapas que se llaman *preamplificadoras*. La figura 101 muestra una de

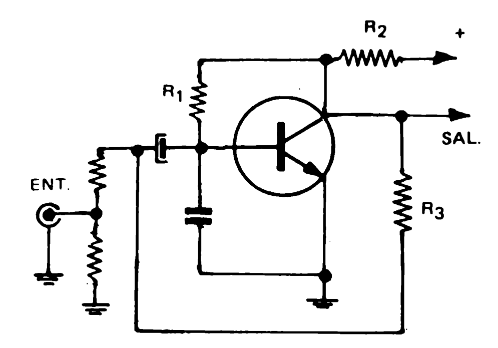


Fig. 101. – Circuito de una etapa preamplificadora a transistor para aumentar el nivel de la señal proveniente de la fuente sonora.

esas etapas que emplea un transistor del tipo *NPN* y con textura de silicio, de acuerdo con la tendencia actual.

La señal del micrófono se aplica a un divisor de tensión que es a la vez un adaptador de impedancias y de allí a la base del transistor. Este está polarizado en su base mediante el resistor R_1, siendo R_2 la resistencia que da la tensión correcta al colector. De este electrodo se toma la tensión de salida de la etapa y hay un lazo de realimentación negativa formado por R_3 para corrección de la forma de onda.

La disposición de la etapa preamplificadora y el número de etapas a usar corresponde a cada modelo de grabador y es problema que resuelven los diseñadores según el tipo de micrófono usado y los requerimientos del amplificador que sigue a la preamplificación. Sin considerar el conjunto no se pueden tomar decisiones en este terreno de modo que el circuito de la figura 101 es un simple caso ilustrativo. Al considerar circuitos eléctricos de grabadores reales se verá la disposición que adoptó la fábrica de los mismo.

Ecualizadores

Cuando tratamos los niveles de grabación y de reproducción obtenidos con grabadores magnéticos, ocasión en que explicamos la figura 48 para tales curvas de nivel y la figura 49 para las correcciones necesarias a fin de obtener respuesta plana, conocimos las anomalías que se producían en el proceso y las soluciones para conjurarlas. Las figuras 50 y 51 dieron los circuitos básicos para obtener una curva lo más horizontal posible como gráfica de nivel y sobre esa base se diseñan los circuitos encargados de igualar la ganancia para cada frecuencia, por lo que tales montajes se llaman *ecualizadores*. También en este terreno hay un amplio campo en el diseño de los circuitos particulares, porque dependen de los materiales empleados en las cabezas magnéticas y de si se trata de grabadores a carrete o a cassette, pudiendo men-

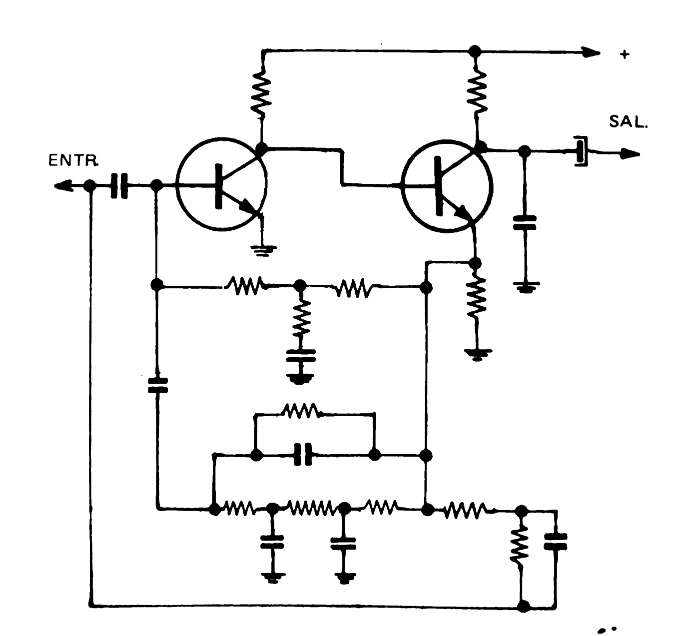


Fig. 102. – Circuito de un tipo de ecualizador o corrector de las curvas de salida de la señal proveniente de la cabeza magnética.

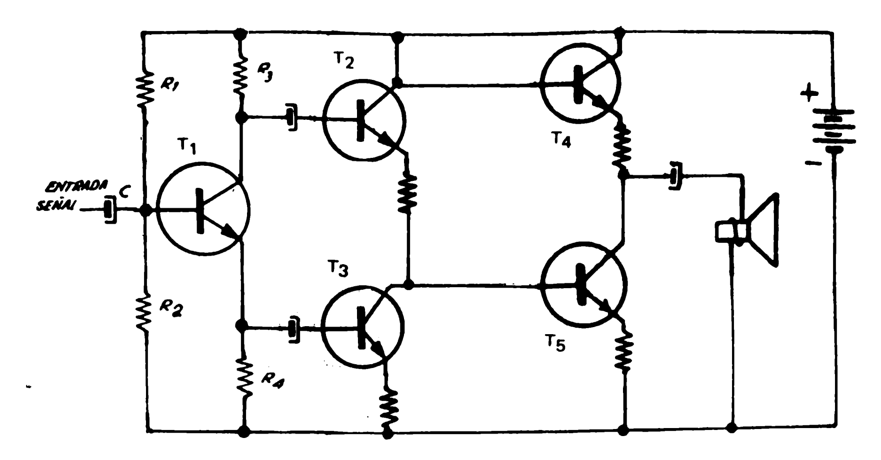


Fig. 103. – Circuito básico de un amplificador de potencia en audio, con etapa final del tipo llamado: simplemente acoplada (*single ended*).

cionarse también los equipos para magazines y elcasets.

Las consideraciones anteriores nos llevan a la imposibilidad de dar todos los circuitos ecualizadores existentes y mostraremos uno de ellos para que sirva de orientación al lector. La figura 102 muestra uno de los circuitos ecualizadores usados en grabadores a carrete y se nota por la complejidad del esquema que es el resultado de una prolija investigación.

Hay allí dos transistores en acoplamiento directo con montaje de emisor común que tienen un lazo de realimentación selectiva con dos ramas, una con el tipo de efecto explicado en la figura 50 y otro con el que postula la figura 51. La diferencia que se encuentra con las figuras citadas es que ellas planteaban el principio básico de actuación de los correctores ecualizadores y la figura 102 da un caso real con ambos efectos, o sea ecualización en las frecuencias altas y en las frecuencias bajas en un solo conjunto. No se dan los valores de los componentes porque no tendría objeto, ya que no se presenta la situación de que alguien arme un grabador y para el reparador el problema se soluciona consultando el circuito general del aparato que deba arreglar.

Amplificador incluído

Al preamplificador y al ecualizador sigue en los grabadores un amplificador que lleva la señal de audio a un nivel suficiente para alimentar la bobina de la cabeza grabadora. Hay que distinguir a este amplificador que tienen todos los grabadores, del amplificador de potencia que sigue al anterior y que puede estar contenido en el grabador y que lo llamaremos *incluído,* o que puede no estar contenido y se usa uno separado, al que llamaremos *externo.* Este amplificador final entrega suficiente potencia para alimentar los gabinetes acústicos que proporcionarán un programa de salón. Hay grabadores que tienen amplificador de potencia incluído, pero con cifras de salida no muy altas y entonces ofrecen la posibilidad de conectar un amplificador externo, en cuyo caso se puede elegir uno de la potencia que se desee.

Un amplificador recibe señal de las etapas previas que incluyen los preamplificadores y los ecualizadores y tiene a su vez varias etapas, por lo menos dos que son el excitador y la etapa final. Debido a la ventaja de rendimiento y calidad que dan las etapas finales en disposición simétrica, son las más usadas en estos casos. Veamos esto en detalle y conozcamos los dos montajes clásicos de etapas simétricas que se usan actualmente.

La figura 103 muestra un amplificador con la disposición comentada, en el cual la señal proveniente del preamplificador entra por el capacitor C al transistor T_1 que tiene una función singular: aprovechando la diferencia de fase de medio ciclo entre el emisor y el colector, en su circuito de salida se dispone de dos señales defasadas en 180 grados, las que se aplican a los transistores T_2 y T_3 que son los excitadores de los transistores de potencia T_4 y T_5. Los resistores R_1 y R_2 forman el divisor de tensión para polarizar la base de T_1, R_3 es el resistor de colector y R_4 el de polarización protectora de emisor. Cabe señalar

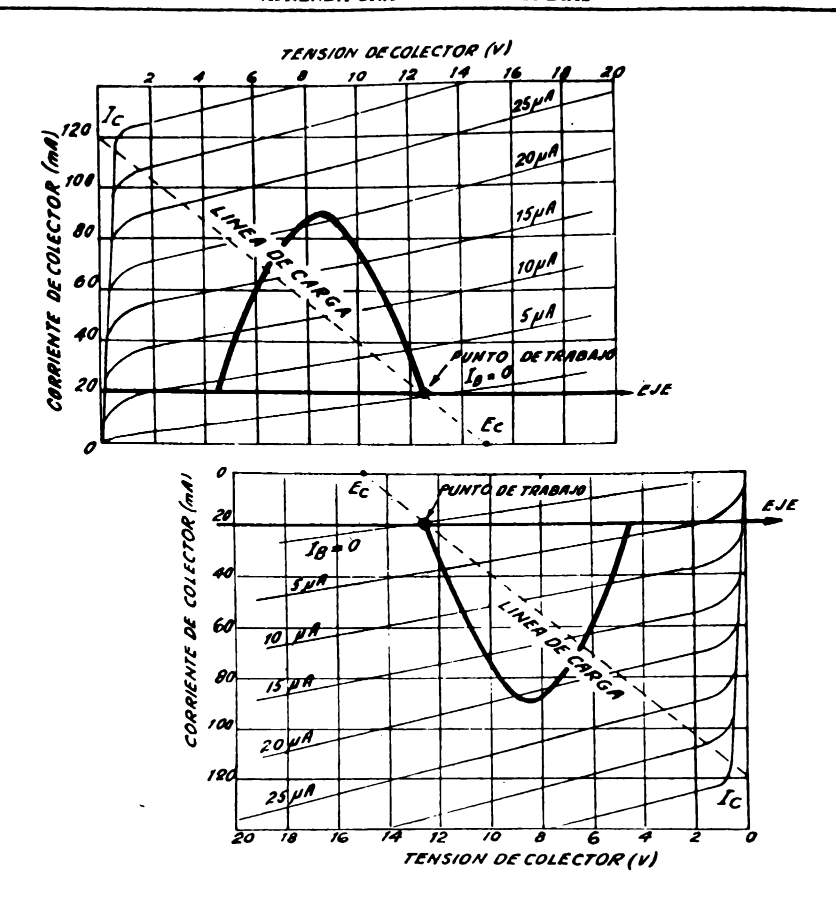


Fig. 104. – Principio de acción de la amplificación en clase B para transistores, donde cada uno de ellos amplifica solo medio ciclo de la señal.

que para ahondar más en este tema habría que leerlo en el tomo de esta colección dedicado íntegramente a los transistores.

Tenemos entonces que los transistores T_2 y T_3 amplifican la señal, pero el primero la entrega con una fase y el segundo con fase opuesta, pues así entregó sus salidas el *inversor de fase* T_1. Entonces, los transistores T_4 y T_5 reciben dos señales iguales pero de fase opuesta, pero no amplifican todo el ciclo de cada una, ¿Porqué ocurre esto? La figura 104 nos da la respuesta.

La etapa de salida se hace trabajar en lo que se llama *clase B*, o sea que sus transistores se polarizan de tal manera que trabajan durante medio ciclo de la señal. Pero como el de arriba responde al gráfico superior de la figura 104 y el de abajo al gráfico inferior, esos medios ciclos de salida son de fase opuesta y juntándolos tenemos el ciclo completo nuevamente.

Cabe preguntar el motivo de esa complicación, pero el caso es que este montaje da un rendimiento extraordinario y una buena calidad de respuesta, por lo que el pequeño inconveniente de que se necesita un inversor de fase queda obviado. El parlante se acopla al punto de unión entre los dos transistores de salida a través de un capacitor de alto valor; su misión es evitar el paso de la continua hacia el parlante y debe ser de valor elevado para que no represente una pérdida de señal de audio.

Este montaje simétrico de salida se llama simplemente acoplado (*sigle ended*) y es muy usado en amplificadores de potencia. Pero puesto que existen transistores de dos polaridades opuestas, los *PNP* y *NPN*, se usa también un montaje más

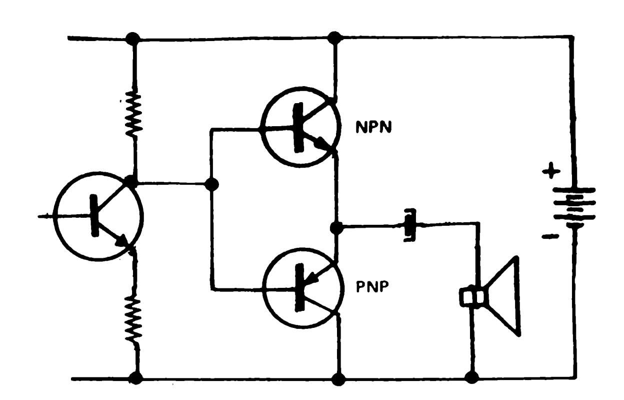


Fig. 105. – Circuito simplificado del montaje llamado de simetría complementaria para amplificación final en clase B.

simple, pues no requiere inversor de fase. Se trata del llamado de *simetría complementaria* y lo vemos en la figura 105. El transistor superior de salida es del tipo *NPN* y el de abajo es *PNP*, lo que quiere decir que si excitamos a ambos con una señal senoidal, como tienen entre sí una diferencia de fase natural de medio ciclo, el de arriba amplificará solamente un medio ciclo y el de abajo el otro medio. Claro que para eso la etapa tiene que trabajar en clase B, o sea polarizada de tal modo que sólo dé salida a medio ciclo de la señal de entrada. Se cumple lo indicado en la figura 104, pero ahora no necesitamos inversor de fase.

El problema del sistema de simetría complementaria es que necesita dos transistores de polaridad opuesta pero de iguales características eléctricas y eso la fábrica lo ha solucionado entregándolos apareados en un sobre, para ser usados ambos en un amplificador determinado. Si uno se deteriora debe cambiarse el par. No obstante este inconveniente, como resulta más económico este montaje, está muy difundido en la actualidad.

Operatividad del conjunto

En todo grabador hay dos clases de operaciones: la de grabar un programa en la cinta y la de reproducir un programa grabado en ella. En la práctica, es probable que se realice con más frecuencia el de reproducir, especialmente si se considera el caso de los equipos a cassette, debido a la existencia de gran cantidad de pregrabadas. Para esquematizar ambas operaciones mostramos en la figura 106 una simplificación de las mismas.

En la parte superior tenemos el caso más común, que es el de reproducir un programa pregrabado. La cabeza lectora recorre la cinta y la señal que va entregando se envía al preamplificador, de allí al ecualizador y de éste al amplificador final, que termina en un parlante. Si el equipo posee todo el conjunto o no, es cosa que depende del modelo, pues hemos dicho que algunos terminan en un pequeño amplificador cuya salida va a un amplificador externo que forma parte de un equipo sonoro complejo.

Para la segunda clase de operación disponemos de una fuente sonora, que puede ser un micrófo-

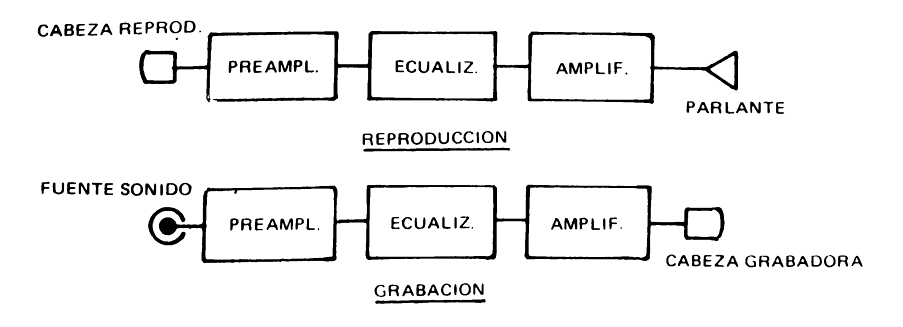


Fig. 106. – Esquema básico de las dos operaciones que se realizan en un grabador o sea la reproducción y la grabación.

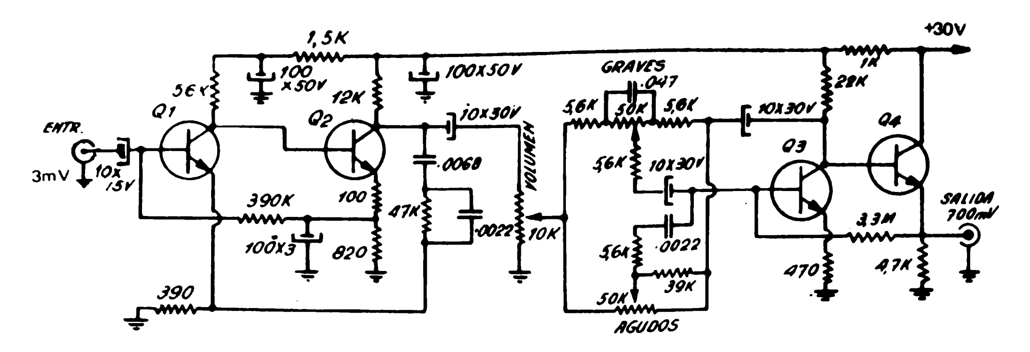


Fig. 107. – Circuito de un preamplificador sistema Baxandall para un amplificador a transistores destinado a la señal que entrega un grabador de cinta.

no, un fonocaptor para copiar la grabación de un disco, u otra cinta grabada que queremos copiar. El sonido lo tenemos entonces convertido en señal de audio, la que va a un preamplificador, luego pasa por el ecualizador, porque hemos dicho que la corrección de las curvas de respuesta se hacía en dos partes, una antes de grabar y otra después de ello. Finalmente la señal es enviada a un amplificador para obtener la amplitud necesaria para alimentar la cabeza grabadora, que es el eslabón final de la cadena.

Un simple vistazo a la figura 106 nos revela que los elementos para ambas operaciones son los mismos, de manera que es cuestión de disponer una serie de llaves inversoras que se encarguen de conectar las cosas convenientemente. Cuando se oprime la tecla de reproducir, los circuitos se combinan en la forma como se ve en la parte superior de esa figura y cuando se oprime la tecla de grabar, las llaves se encargan de hacer los cambios para que los circuitos parciales se combinen en la forma como lo tenemos en la parte inferior.

Amplificadores externos

Un equipo grabador a cinta o a cassette puede no tener salida de sonido en parlante, y ésta es una tendencia actual, en que se suele formar equipos sonoros completos, con sintonizador de radio AM y FM, pasadiscos y grabador. Los grabadores portátiles siguen presentándose con su amplificador incluído porque pueden llevarse conjuntamente con un envase donde se colocan varias cassettes pregrabadas y se puede amenizar una reunión campestre o de otra naturaleza. Es así como se encuentran actualmente los dos tipos de equipos, o sea con y sin amplificador final incluído. Hemos visto la disposición interna de los primeros; ahora veremos los segundos.

La salída de señal de audio de un grabador sin amplificador final debe ser sufuciente para excitar a un amplificador, es decir comparable a la de otras fuentes sonoras como los pasadiscos y los sintonizadores. No obstante, los equipos amplificadores externos siempre tienen un preamplificador para poder actuar en el acondicionamiento de la señal para conformar los gustos de los usuarios.

Así, tenemos en la figura 107 un preamplificador externo que usa cuatro transistores, dos para la preamplificación propiamente dicha y dos para los ecualizadores. Estos son de uno de los tipos más populares, pues se trata del sistema Baxandall con tratamiento de la señal por realimentación. Tiene controles independientes para graves y agudos, además del control de volumen. Está previsto que con una entrada de las más bajas que se usan, que es la salida de una cápsula fonocaptora del tipo de reluctancia variable y que da 1 a 3 milivolt, entrega a la salida unos 700 milivolt. Esta última cifra es muy común para entrada de amplificadores finales.

La figura 108 muestra un amplificador final del tipo simplemente acoplado, con una potencia de salida de unos 30 Watt. La fuente de alimentación debe entregar 50 V, y puede usarse la misma para el preamplificador anterior, siempre que se rebaje la tensión a 30 V. El amplificador no tiene ninguna clase de controles, ya que tal operación se realiza en el preamplificador.

Actualmente se dispone de un buen surtido de amplificadores externos completos, con preamplificador y fuente de alimentación incluídos, con potencias que van desde los 10 Watt hasta 120 Watt y aún más. Una aclaración importante es que la mayoría de los amplificadores existentes en el mercado son estereofónicos, o sea que son dos equipos del tipo mostrado en las figuras 107

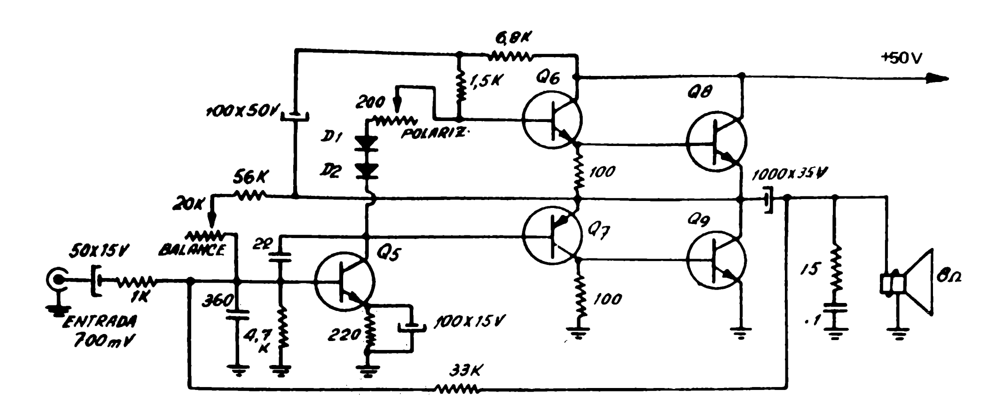


Fig. 108. – Circuito de un amplificador de potencia apto para ser conectado al preamplificador anterior para completar el equipo de sonido.

y 108, en una sola unidad. Lógicamente los controles de volumen, graves y agudos son potenciómetros dobles con eje único, o sea que se acciona cada juego con una sola perilla. Suelen traer una llave selectora en el panel que permite seleccionar las entradas, con las siguientes leyendas: Radio-Fono-Cinta o similares. Las entradas de radio pueden ser para AM y FM y eso también puede aparecer en la selectora. La razón de tener entradas separadas es porque los niveles de las señales que entregan cada una de esas fuentes de sonido son diferentes y entonces la entrada al preamplificador puede hacerse en distinto lugar. Además la señal de los grabadores de cinta ya viene acondicionada dentro del grabador pero la de las bandejas pasadiscos no, de modo que en el preamplificador hay que incluir ecualizadores correctores especiales, que no trabajan con las entradas de radio y cinta. Todo esto parece complicado pero no lo es, ya que los equipos vienen acondicionados según la reseña apuntada.

Las entradas de señal en los preamplificadores y amplificadores se hace con conectores especiales, de los cuales nos ocuparemos más adelante, al hablar de los accesorios para grabadores. Como las procedencias de los equipos hoy día son bastante diversas, ya que hay norteamericanos, europeos y japoneses, es frecuente la necesidad de recurrir a fichas adaptadoras para interconectar secciones, ya que no hay universalidad en los tipos de conectores, si bien actualmente se nota una tendencia a emplear, en lo que a conectores se refiere, la serie incluída en las normas DIN de origen alemán. Estos dispositivos serán vistos en el capítulo 12.

Osciladores de borrado y polarización

Sabemos que para el proceso de grabación se usa actualmente el sistema graficado en la figura 23, o sea que se envía a la cabeza grabadora una señal alterna de una frecuencia comprendida entre 50 y 70 KHz, tal como fue explicado. Y sabemos que el procedimiento actual para el borrado

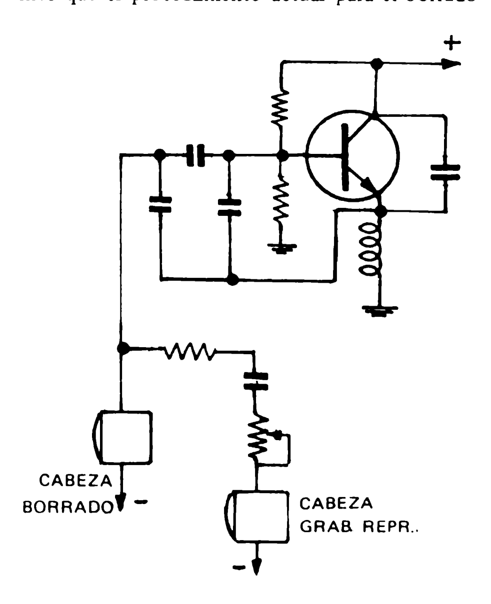


Fig. 109. – Circuito de un oscilador a transistor que provee la señal para el borrado y para la polarización de la cinta magnética.

es usar también una señal alterna, precisamente del mismo tipo que la anterior. Este tema parecería que no encuadra en la sección dedicada al sistema de audio de los grabadores, pero el sistema de borrado y grabación sí está vinculado a la sección de audio, de modo que lo abordamos en el presente capítulo.

Entonces, en la parte eléctrica de todo grabador debe haber un generador de esa señal alterna antes mencionada y cada fábrica de grabadores adopta un circuito, el cual no se diferencia sustancialmente de los que usan otras fábricas. La figura 109 muestra un circuito oscilador, el cual consta de un transistor fuertemente realimentado, por lo cual oscila. Los valores de inductancia y capacidad que están incluídos dan la frecuencia de tal oscilación y la corriente obtenida la enviamos a las dos cabezas antes mencionadas.

Por un lado vamos a la cabeza de borrado, en conexión directa, y por otro lado, y pasando por un circuito de regulación, vamos a la cabeza grabadora. Esto es así porque para el borrado no es importante que la amplitud de la señal alterna tenga un valor exacto, pero ese detalle es importante para el grabado, pues en el gráfico de la figura 23 vimos que la amplitud de la señal de polarización (bias) debía tener un valor determinado; de ahí la necesidad de proveer un medio de ajuste, que en este caso es un potenciómetro. El conjunto está alimentado con las polaridades adecuadas al transistor, que siendo un NPN lleva el positivo en el colector y el negativo en el emisor.

Otros circuitos eléctricos que aparecen en los grabadores no tienen ninguna vinculación con la sección de audio, de manera que quedan para cuando estudiemos la sección eléctrica de algún grabador elegido como modelo. Sería el caso, por ejemplo, del regulador de velocidad para el motor, que tienen algunos grabadores que no usan motores de regulación contenida en su propia unidad. Y en general, todo el sistema complejo de conmutación que adapte las diversas partes de la sección eléctrica a cada tipo de operación, corresponde sea tratado con un caso particular de grabador, porque varía mucho de unos modelos a otros.

Día 10

Conocemos ya la parte mecánica de los grabadores, tanto los de cinta como los de cassettes, pues de cada uno de los tipos describimos un modelo existente en el mercado. También tratamos la parte de audio, que constituye una gran proporción del circuito eléctrico y que tienen todos los grabadores. El resto de la parte eléctrica está formado por reguladores de velocidad para el motor, dispositivos especiales de aviso y de otros tipos que no se encuentran en todos los grabadores sino en algunos modelos y que por tanto hemos preferido considerarlos al tratar casos concretos. De acuerdo con ello ha llegado el momento de tomar un grabador de los existentes y describir su parte eléctrica. Por lógica, debemos considerar el mismo grabador de cinta que elegimos para describir su parte mecánica en el capítulo 7, pero aclaremos que muchas veces una línea de grabadores de una fábrica presenta una parte mecánica sin variantes pero aparecen algunos cambios en la parte eléctrica en esa serie. Por eso especificamos que se eligió el grabador a cinta PHILIPS, modelo N4308 y que hemos tomado la información necesaria del Manual Técnico Grabadores PHILIPS.

Hay que hacer una importante aclaración y es que no siendo este un libro destinado a los armadores, y especialmente cuando se trata de considerar un circuito comercial carece de importancia dar información sobre los valores de los componentes, pués interesa más la configuración de los circuitos. Tal información puede obtenerse en los folletos de la fábrica y en el manual técnico antes citado. Y ahora, después de haber aclarado el objetivo de esta jornada, abordemos el tema a desarrollar.

CIRCUITO ELECTRICO PARA CARRETES

El capítulo anterior estuvo dedicado a los circuitos que realizan el tratamiento de la señal de audio en el grabador, sin interesar el tipo de cinta que se use y si es de carrete abierto o encapsulado. Vimos allí que la señal de audio externa que se desea grabar debe ser sometida a un proceso de preamplificación y de corrección de las curvas de respuesta, cosa esta última que resulta de las figuras 48 y 49. Luego que se ha acondicionado la señal debe dársele la amplitud necesaria para alimentar la cabeza grabadora y para ello se usa un amplificador. En el proceso inverso, es decir cuando se debe reproducir una cinta grabada, la operación de audio es similar, pues hay que preamplificar la señal captada por la cabeza lectora, ecualizarla y luego amplificarla para enviarla a un parlante. También sabemos que el parlante puede estar o no contenido en el grabador, pues los hay que se aplican a un amplificador externo.

En la sección de audio se incluyó el oscilador para alimentar la cabeza de borrado con una señal alterna de alta frecuencia, unos 50 a 70 KHz, con la cual se polariza también la cinta en la cabeza de grabación. Y hay otros circuitos eléctricos en el grabador, pero no fueron considerados en la sección de audio.

Ahora tenemos que abordar la parte eléctrica completa de un grabador de cinta o a carrete abierto, de modo que en lugar de ver circuitos de ilustración general estudiaremos circuitos que existen en un determinado grabador y que diferirán en detalles de los que hay en otros, pero no en su esencia. Tal como lo anticipamos, y debido a que describimos la parte mecánica del grabador PHILIPS, ahora describiremos la parte eléctrica del mismo. Sólo que tomamos el modelo N4308 entre los que tienen la mecánica que vimos en el capítulo 7. Los circuitos parciales que pre-

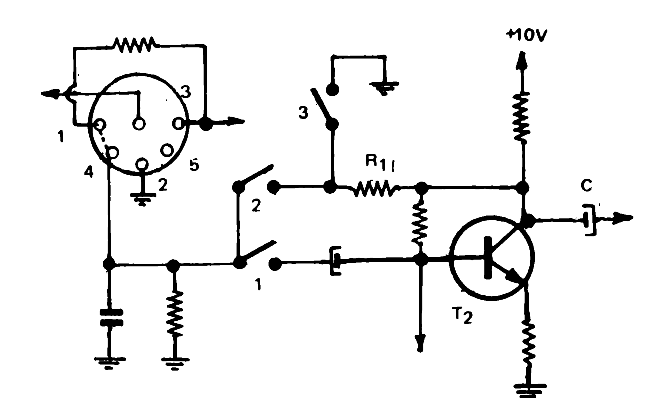


Fig. 110. – Parte del circuito eléctrico que contiene el conector DIN de entrada y el primer preamplificador de micrófono o de la señal proveniente de otra fuente sonora.

sentaremos han sido tomados del Manual Técnico Grabadores PHILIPS; al redibujarlos se han agrupado las secciones de la manera que convenía a la explicación, para que el lector pueda vincularlos con los circuitos teóricos que se vieron anteriormente. A ese fin tienden las citas que se hacen a figuras que están incluídas en otros capítulos de este libro, que grafican detalles y fenómenos explicados al ocuparnos de las mismas.

Circuito para la grabación. Preamplificación

Habiéndose tomado como modelo para explicar la parte eléctrica el grabador a cinta PHILIPS N4308, podemos ver el circuito general en las páginas 104-105, del cual se irán tomando partes para seguir el camino de la señal en las distintas operaciones. Comenzamos por la entrada de la señal que es una ficha DIN normalizada, la que ve-

Fig. 111. – Esquema del segundo preamplificador y de la etapa ecualizadora para corregir la curva del nivel de grabación

mos en la figura 110 arriba a la izquierda. La entrada de micrófono o del tocadiscos se hace en los puntos 1-4 y el interruptor 1 se cierra, de modo que la señal de entrada llega a la base de T_2. Hay que aclarar que este interruptor, así como los otros que se irán mencionando pertenecen a la botonera de comando y que al oprimir la tecla que corresponde a grabación se abren o cierran una cantidad de llaves simples. Cuando no se mencionen expresamente se entiende que los interruptores permanecen abiertos.

El transistor T_2 actúa como un primer preamplificador y tiene un lazo de realimentación a través de R_1, para lo cual el interruptor 2 también debe cerrarse. Encontramos además en el mismo circuito el resistor de polarización de base, el de emisor y el de colector, de acuerdo al montaje clásico en una etapa de emisor común.

Para seguir el camino de la señal pasamos ahora al circuito que muestra la figura 111 donde se encuentran los transistores T_3 y T_4 que forman dos etapas amplificadoras en montaje de emisor común. El capacitor C de la izquierda es el mismo que teníamos en la figura 110 a la derecha. De inmediato se ve el interruptor 1 que se cierra para la posición grabación, quedando la señal aplicada al potenciómetro P que actúa como control de nivel de señal. Lógicamente la llave 3 también se cierra para permitir la continuación de su camino a la señal y también se cierra la N° 4 y con ello la señal llega a la base de T_3. En el camino quedó cortocircuitada la resistencia R_1, la cual no interviene en la situación de grabación.

Del transistor T_3 la señal pasa al T_4 continuando con el proceso de preamplificación, sólo que esta etapa presenta la particularidad de tener un lazo de realimentación selectiva, que vemos en la parte inferior y que entra en circuito mediante los

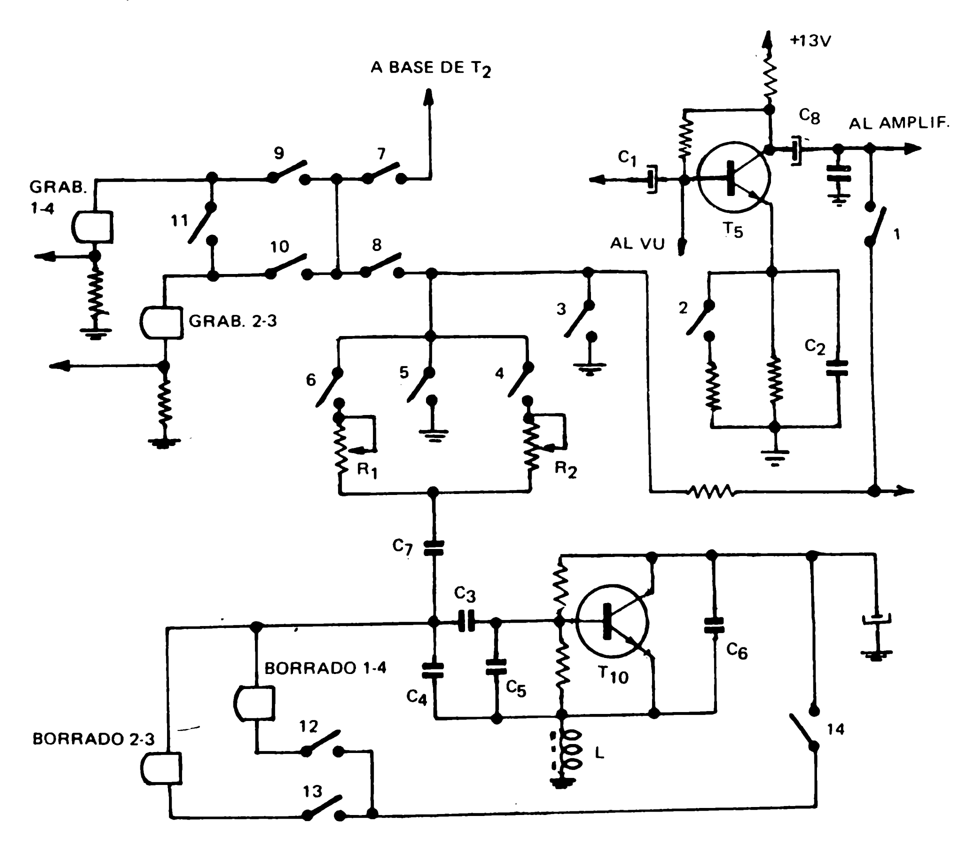


Fig. 112. – Esquema general de la parte del grabador que se vincula a las cabezas magnéticas y que incluye el preamplificador final y el oscilador de polarización y borrado.

interruptores 5 y 6. De estas dos ramas de realimentación trabaja en la posición grabación la que cierra la llave 5. La realimentación es en realidad una ecualización de la curva de respuesta, según las bases que vimos en la figura 49.

Señales en las cabezas magnéticas

La señal que sale del proceso de preamplificación y ecualización a través de C_1 va al circuito que muestra la figura 112 en la que ese capacitor aparece en la entrada de base del transistor T_5, que amplifica la señal hasta el nivel necesario para alimentar las cabezas magnéticas. La señal amplificada pasa por la llave 1 que se cierra para grabar y llega a la llave 8 desde donde se abren dos caminos. La cabeza magnética ubicada más arriba graba las pistas 1 y 4 de la cinta y la inferior las 2 y 3, de modo que cerrando la llave 9 se alimenta la cabeza superior y cerrando la 10 la señal va a la cabeza inferior. La llave 11 permite grabar en paralelo los dos juegos de pistas. Durante la grabación también se cierra la llave 2 para reducir la resistencia de emisor al insertar en paralelo otro resistor. Al propio tiempo el capacitor C_2 actúa provocando realimentación negativa (figura 51) y produciendo una segunda acción ecualizadora.

Hasta aquí la sección pura de alimentación de las cabezas con la señal de audio. Pero sabemos que hay otras cosas que hacer, y eso lo vemos también en la figura 112. El transistor T_{10} es el oscilador que produce la señal alterna de alta frecuencia para las cabezas de borrado y para la corriente de polarización de la cinta (bias) que ya nos es conocida. Este oscilador trabaja por realimentación directa colector-base mediante la serie de capacitores C_3 a C_6. La frecuencia está fijada por el inductor L en combinación con las inductancias de las cabezas de borrado y los capacitores antes nombrados.

La operación de borrado comienza cerrando la llave 14 y para seleccionar la cabeza que corresponda, según se borren las pistas 1-4 ó 2-3, se cierran las llaves 12 ó 13 respectivamente.

Pero la señal producida por este oscilador también debe aplicarse como polarización básica de la cinta y para ello se la envía a las cabezas grabadoras a través del capacitor C_7. Como la corriente de polarización debe ser ajustada, se inserta el potenciómetro R_1 mediante la llave 6. Para casos de trabajo en paralelo de las cabezas el ajuste debe ser distinto y entonces se hace intervenir R_2 con la llave 4. De ahí para arriba el cierre de llaves en la sección cabezas grabadoras se hace en la forma explicada anteriormente.

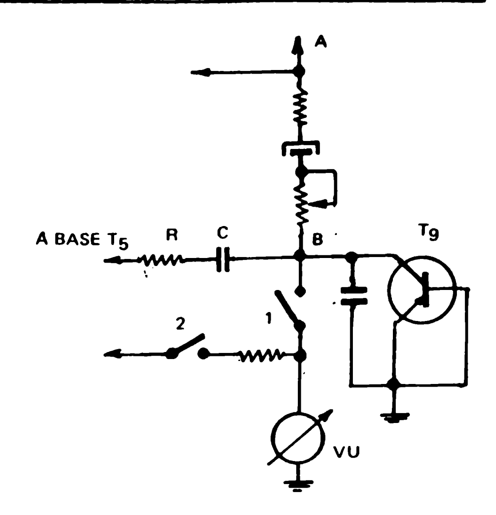


Fig. 113. - Forma de conectar un instrumento indicador de nivel de grabación o de reproducción al preamplificador final.

Veamos ahora la inclusión de un instrumento indicador del nivel de grabación, cuyo circuito aparece en la figura 113. La señal que va a las cabezas grabadoras se hace llegar al punto A de este circuito desde el colector de T_5, cerrando la llave 1 de la figura 112. Como tal señal es alterna, debe ser rectificada para su aplicación al instrumento indicador de nivel, que mide valores de continua. Este instrumento, comúnmente denominado *vúmetro*, es un miliamperímetro para continua y su escala suele estar graduada directamente en dB. Para rectificar la señal se usa en este caso un transistor T_9 conectado como diodo mediante un puente entre base y emisor. Para que el instrumento acuse el nivel la llave 1 se cierra, y al mismo tiempo se hace intervenir a la cabeza grabadora que está actuando. Por otro camino el conjunto se conecta a la base de T_5 a través de R y C que bloquean la señal.

Escuchar mientras se graba

Hemos dicho anteriormente que cuando se usa una misma cabeza para grabar y reproducir, no se puede monitorear la señal grabada, porque para ello habría que captar desde la misma cinta tal señal mediante una cabeza auxiliar. Pero muchos grabadores adoptan otra solución para ese problema, que es enviar al amplificador la señal de audio pero sin tomarla mediante lectura de la cinta. Ese es el caso en este tipo de grabador que estamos describiendo.

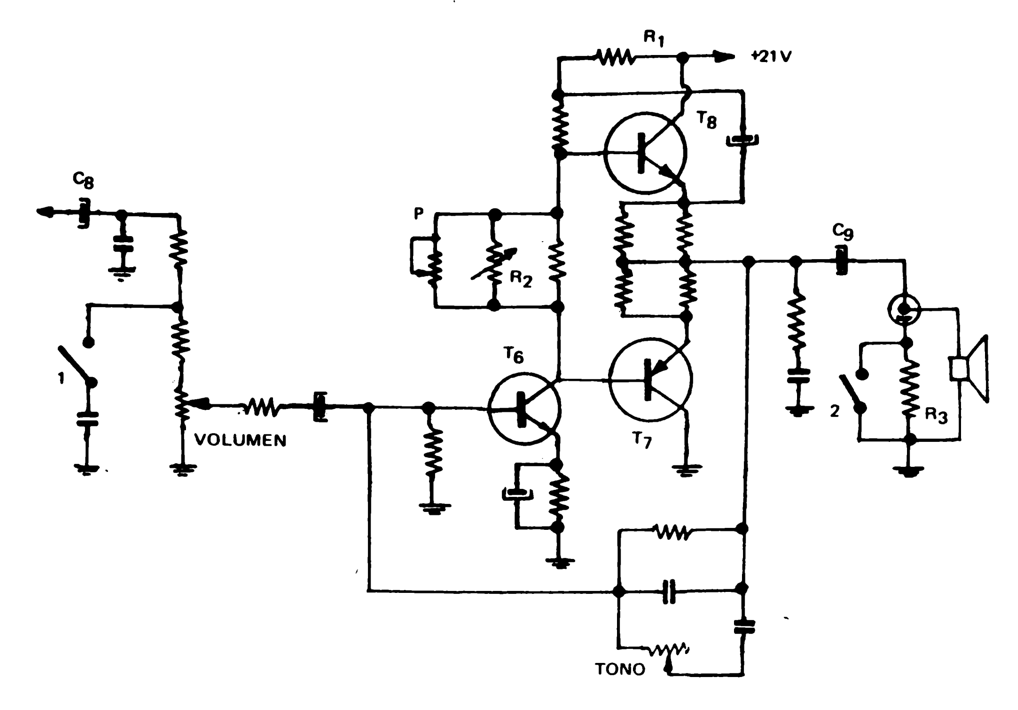


Fig. 114. Esquema general del amplificador de potencia incluído en el grabador que estamos describiendo. Toma señal del preamplificador final y la entrega al parlante.

En efecto, si nos adelantamos un poco para observar el circuito del amplificador de potencia que tiene incluído este grabador y que se da en la figura 114, vemos que a través del capacitor C_8, que está a la salida de la señal del preamplificador final T_5 de la figura 112, se toma señal de audio que va al control de volumen y de aquí entra a todo el sistema de amplificación de potencia que describiremos más adelante. Resulta evidente que si no se desea escuchar el programa que se está grabando el caso se soluciona con el simple expediente de bajar a cero el control de volumen.

Circuito para reproducción

Cuando se coloca en el grabador una cinta ya grabada, se desea reproducir el sonido contenido en ella y para tal fin se oprime al tecla que marca *reproducción*. Esto introduce algunos cambios en los circuitos que vimos anteriormente y que puntualizaremos para cada uno de ellos.

Por lo pronto, las cabezas son las mismas que para grabación, sólo que ahora son lectoras. Según la pista o par de pistas que se deseen reproducir, se cierran las llaves 9 ó 10 de la figura 112 y además se cierran las llaves 7 y 8; la 7 es para enviar la señal al preamplificador de la figura 110, y tal señal llega a la base de T_2. Aquí cambian las llaves, pués se abre la 1 y se cierran las 2 y 3 para adaptar la señal de entrada.

De T_2 la señal con una pequeña preamplificación pasa por C a la entrada de la figura 111, que muestra el circuito del preamplificador y ecualizador. Aquí se abre la llave 3 para que la señal no pase por el control de nivel de grabación y se cierra la llave 2 para paso directo de la señal. Además se abre la llave 4 para que la señal pase por R_1. De allí pasa a la base de T_3 que la amplifica y la entrega a T_4 para finalmente salir por C_1 al preamplificador final T_5 de la figura 112. Pero antes es sometida a un proceso de ecualización distinto que el que se cumple en la grabación. En efecto, ahora se cierra la llave 6 de la figura 111 y con ello el circuito de realimentación está constituído simplemente por una serie de resistor y capacitor. La llave 5 permanece abierta pues ese sector es el de realimentación para la posición grabación.

Siguiendo con el camino de la señal leída en la cinta, pasamos de T_4 a T_5 a través de C_1. Aquí

hay algunos cambios, pues la llave 2 en la figura 112 se abre, ya que estará cerrada solamente para grabación. También se abre para reproducción la llave 1 en esta misma figura, pués la señal amplificada no debe ir a las cabezas magnéticas sino al amplificador final. Lo propio ocurre con la llave 1 de la figura 114.

La sección de borrado y polarización permanece inactiva durante la reproducción, de modo que en la figura 112 la llave 14 queda abierta y lo mismo quedan las llaves que llevan a las cabezas activas la señal del oscilador, sean la 4 o la 6 o ambas a la vez.

Amplificación de potencia

El amplificador de potencia (figura 114) incluído en este grabador es del tipo de simetría complementaria que estudiamos en la figura 105, o sea que no necesita inversor de fase por usar transistores complementarios T_7 y T_8; el primero es *PNP* y el segundo *NPN*. El excitador es T_6 y está acoplado desde su colector a las bases de los dos de salida sin intercalación de capacitores. Para tal fin la tensión de colector de T_6 se rebaja mediante R_1 a fin de que iguale a la tensión de base de los transistores de salida.

La etapa final simétrica se lleva a su exacto punto de trabajo regulando la corriente a través de ellos con auxilio del potenciómetro *P*, que actúa sobre la corriente de base. La fábrica especifica que deben medirse para tal correcto equilibrio: base de T_8 = 11,6 V; base de T_7: 11,2 V; emisor de T_8 = 11,4 V. Estas cifras son válidas para los transistores empleados, que son *AC187* para T_8 y *AC188* para T_7. Las condiciones de ajuste se mantienen ante variaciones de temperatura gracias a que R_2 es un termistor de 47 Ohms, que varía su valor con la temperatura y produce efectos contrarios que los que la temperatura ocasiona en el circuito.

También vemos en la figura 114 el control de tono que actúa por realimentación selectiva entre la salida final de audio y la entrada de base del transistor excitador T_6. Un potenciómetro regula el grado de realimentación al mismo tiempo que introduce un variado efecto en el carácter capacitivo del lazo.

El parlante usado se conecta al centro eléctrico de los dos transistores de salida a través de un capacitor C_9 de alto valor, en este caso de 680 microfarad. Si la bobina móvil del parlante es de 4 Ohm la llave 2 permanece abierta y si es de 8 Ohm se cierra, con lo que se pone en corto al resistor R_3 que está derivado a masa desde el conector del parlante.

El instrumento indicador de nivel puede funcionar durante la reproducción y para ello la llave 1 de la figura 113 se cierra y la 1 de la figura 112 se abre. El punto *B* dado en la figura 113 queda unido a la base de T_5 de la figura 112 a través de *R* y *C*.

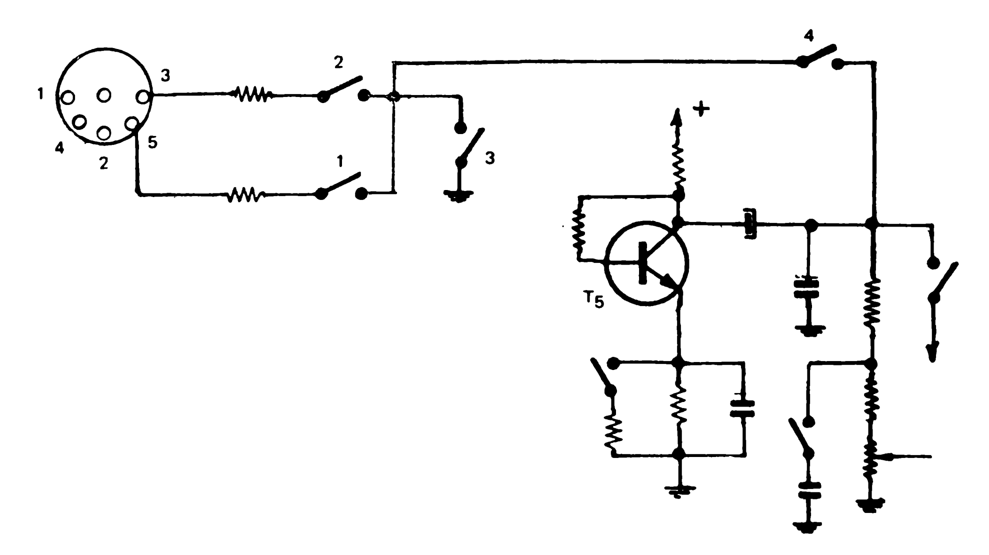


Fig. 115. – Forma de tomar señal del preamplificador final para enviarla a un amplificador externo, saliendo la señal por el conector DIN de entrada.

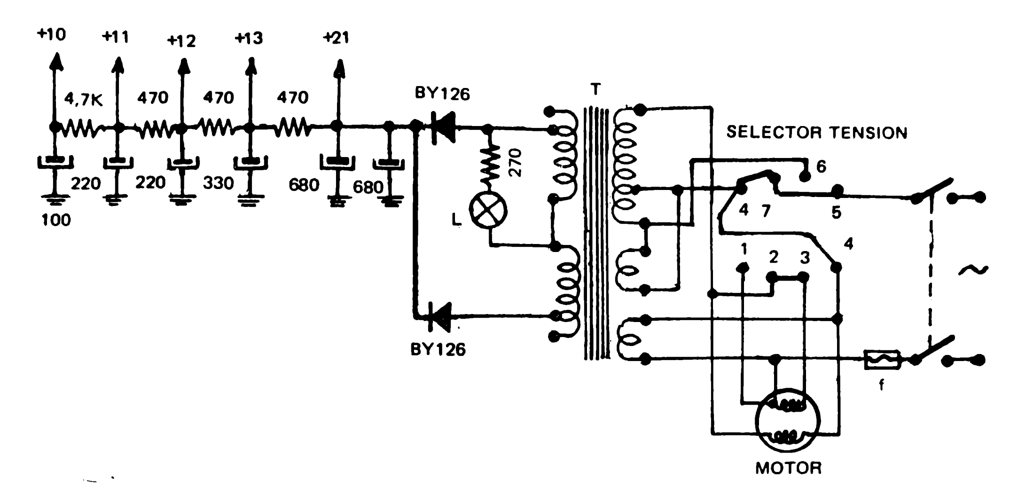


Fig. 116. – Circuito de la fuente de alimentación para todo el equipo grabador. Contiene el selector de tensión, el transformador y el rectificador de onda completa.

Uso de amplificador externo

El grabador que estamos describiendo tiene amplificador incluído, pero la señal de reproducción puede ser enviada a un amplificador externo en la forma como lo muestra la figura 115. Se trata de tomar esa señal cuando ya ha sufrido todo el proceso de preamplificación en el colector de T_5, cerrando la llave 4 de paso de señal y las 1 y 2 que permiten la llegada a los puntos 3 y 5 del conector DIN. La llave 3 permanece abierta. Todo el resto del esquema operativo para reproducción no se altera.

Cuando se pasa señal a un amplificador externo suele convenir que no se escuche la señal a través del amplificador incluído y ello se logra mediante el simple expediente de bajar a cero el control de volumen.

Fuente de alimentación

La fuente de alimentación que utiliza el grabador que estamos describiendo tiene su esquema general en la figura 116. A la entrada hay un interruptor doble que conecta el primario del transformador T a la línea de alterna a través de un fusible f. El primario tiene secciones que pueden interconectarse mediante puentes para adaptarlo a las dos tensiones clásicas 110 y 220 Volt que se encuentran en las redes de diversos países. El secundario se aplica a un par de diodos para obtener rectificación de onda completa y tiene derivada una lámpara piloto L que se conecta a través de un resistor de 270 Ohm. Siguen dos capacitores de filtro de 680 microfarad cada uno y luego hay una serie de resistores, cada uno de los cuales queda derivado a masa por un capacitor electrolítico que mejora la situación del filtrado. Cada derivación da una diferente tensión de salida que va a las distintas secciones en que se ha dividido el esquema general en la explicación precedente. La primera suministra la tensión de 21 Volt para los transistores finales del amplificador de potencia y siguen tensiones de 13, 12, 11 y 10 Volt.

El motor se alimenta desde el primario, puntos 1 y 3 para una bobina y puntos 2 y 4 para la otra. Hay grabadores que incluyen un regulador de tensión que actúa como estabilizador de velocidad del motor. Algo de eso veremos al ocuparnos de este tema en el capítulo próximo.

Disposición mono-estéreo

Independientemente de las explicaciones particulares referentes al grabador que hemos descripto, hay un sistema generalizado para las situaciones de equipos monoaurales y estereofónicos, el cual se esquematiza en la figura 117. De acuerdo con el código visto en la figura 56 las pistas en la cinta se distribuyen generalmente de tal manera que las de orden 1 y 4 son para la ida y vuelta en el canal izquierdo y las 2 y 3 quedan para la ida y vuelta del canal derecho.

Sobre esta base, los grabadores que se pueden usar para programas estereofónicos tienen dupli-

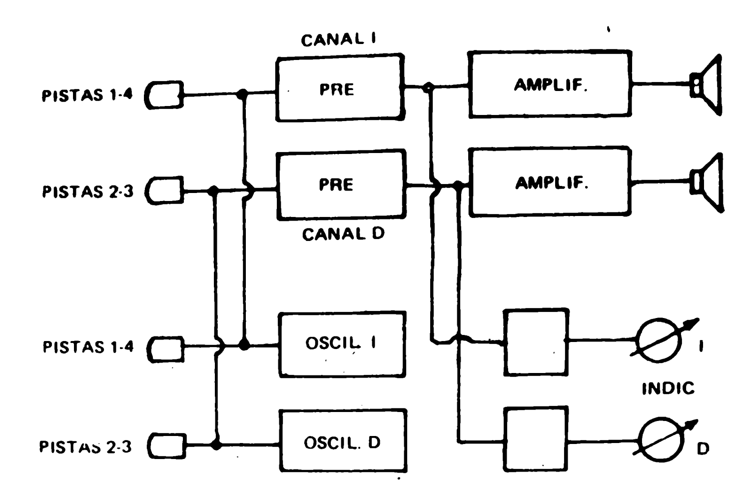


Fig. 117. Montaje esquemático para grabadores que tienen posibilidades de tratar programas monoaurales y estereofónicos.

cado el circuito eléctrico general, que incluye los preamplificadores, el amplificador final, el circuito de alimentación de las cabezas magnéticas y los indicadores de nivel. El resto de la parte eléctrica, como ser la alimentación del motor, la regulación de velocidad y algunos indicadores como el de parada, etc. no se duplican sino que basta un solo juego.

Con tales conceptos hay que observar los circuitos generales y veremos en ellos duplicados los esquemas de las secciones que hemos enumerado; otras veces no se los duplica por razones de simplicidad pero se hace la indicación correspondiente. Se advierte que no basta observar las cabezas magnéticas, porque muchos equipos actualmente traen cabezas dobles, o sea que las dos cabezas están contenidas en un bloquecito y aisladas dentro del conjunto mediante tabiques antimagnéticos. Entiéndase que siempre tendremos un bloquecito para el borrado y otro para la grabación-reproducción. Este es el caso que se ilustra en las páginas 136-137 que muestra un grabador HITACHI estereofónico para amplificador externo. De este equipo nos ocuparemos en el capítulo próximo.

Día 11

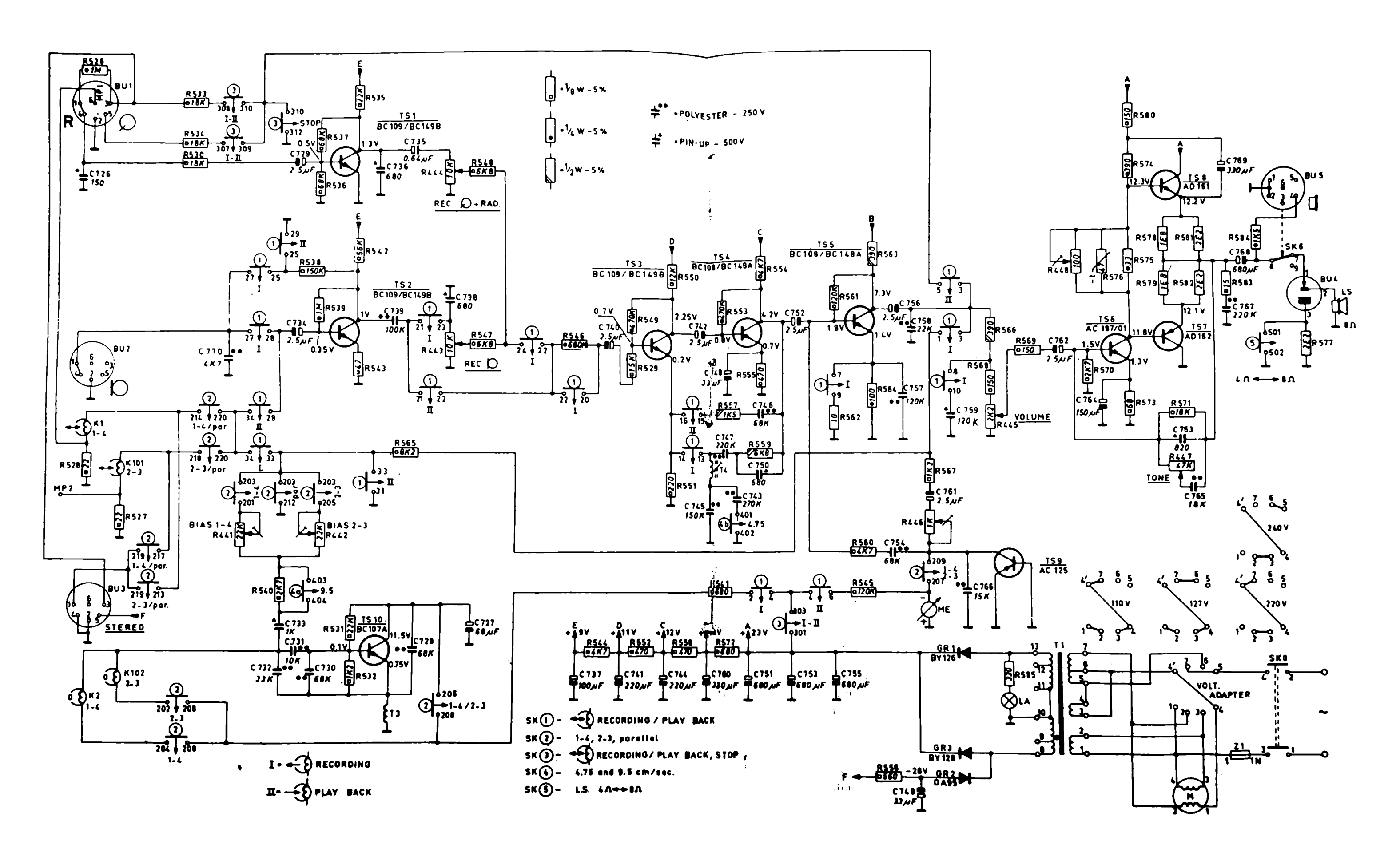
La descripción de la parte eléctrica de los grabadores a carrete sería interminable por la variedad de modelos que existen en el mercado y la opción que tuvimos se resolvió tomando un equipo comercial como modelo y haciendo algunas referencias de índole general. La parte referente a la reducción del ruido de fondo queda para un capítulo venidero, en él que será tratada en detalle. Ahora debemos describir la parte eléctrica de los grabadores a cassettes y la gran difusión alcanzada por éstos nos plantea el mismo problema anterior. Hemos optado por hacer una división entre los que se usan como portátiles, alimentados con pilas, aunque tengan la posibilidad de funcionar también conectados a la red eléctrica y los que no tienen amplificador de potencia, es decir que se los fabrica para integrar equipos de sonido. En este segundo caso son estereofónicos casi sin excepciones. Lo que sí debe destacarse es que hay grabadores portátiles que pueden integrarse a un conjunto sonoro, en cuyo caso no se utiliza el amplificador incluído, generalmente de baja potencia, pues se toma la señal del preamplificador. Este detalle ya lo vimos en el capítulo anterior, pues el equipo descripto estaba previsto para esa situación. Cabe consignar que habiendo tratado los grabadores de cinta y ahora los de cassette, quedarían sin considerar los de magazines y los de elcasets. Pero la parte eléctrica de los equipos para magazines es enteramente similar a los de cassettes y la de los equipos para elcasets se asemeja a los de carrete abierto. Además, estos últimos aún no se encuentran en nuestro mercado y no lo estarán mientras no se cuente con elcasets pregrabados en cantidad razonable.

CIRCUITO ELECTRICO PARA CASSETTES

En el capítulo 8 describimos la parte mecánica de los grabadores a cassette basándonos en un modelo comercial del mercado. Comparando esa descripción con la realizada en el capítulo 7 destinado a la parte mecánica de los grabadores de cinta, pudimos apreciar que las diferencias se debían en su mayor parte a la necesidad de compactar el conjunto en el caso de las cassettes. Otras diferencias que se encuentran son debidas a variantes que adoptan las fábricas. Similar situación se encontrará en la parte eléctrica, si comparamos la de un grabador a carrete con la de uno a cassette. Fuera de los detalles característicos como la falta de cambios de velocidad en los segundos y algún perfeccionamiento en los ecualizadores por ser diferentes las curvas de respuesta, notaremos en algunos casos la inclusión obligada de supresores del ruido de fondo en los equipos a cassette, pero ese tema será abordado detalladamente en el capítulo 13.

Para ocuparnos de la parte eléctrica de los grabadores a cassette hemos tomado dos modelos comerciales, de distinto tipo en su uso y de distinta procedencia, para notar mejor las diferencias en los circuitos. Para el primer caso, de un grabador a cassette con amplificador incluído y con alimentación dual, es decir con pilas y con la red eléctrica, hemos tomado el mismo tipo del cual se describió la parte mecánica en el capítulo 8, es decir el PHILIPS, y específicamente el modelo N2204. El circuito general de este equipo lo podemos ver en las páginas 120-121.

En segundo término hemos elegido un grabador a cassette marca HITACHI, modelo D2330 que es un equipo estereofónico sin amplificador de potencia o sea apto para integrar equipos de soni-



TS1 BC109/BC149B
TS2 BC109/BC149B
TS3 BC109/BC149B
TS4 BC108/BC148A
TS5 BC108/BC148A
TS6 AC 187/01
TS7 AD162
TS8 AD161
TS9 AC 125
TS10 BC107A
BU1
BU2
BU3 STEREO
BU4
BU5
LS
REC. + RAD.
REC
VOLUME
TONE
BIAS 1-4
BIAS 2-3
VOLT. ADAPTER
110V
127V
220V
240V
▫ = 1/8 W - 5%
• = 1/4 W - 5%
= 1/2 W - 5%
= POLYESTER - 250 V
= PIN-UP - 500 V
I = RECORDING
II = PLAY BACK
SK① - RECORDING / PLAY BACK
SK② - 1-4, 2-3, parallel
SK③ - RECORDING / PLAY BACK, STOP
SK④ - 4.75 and 9.5 cm/sec.
SK⑤ - L.S. 4Ω ↔ 8Ω

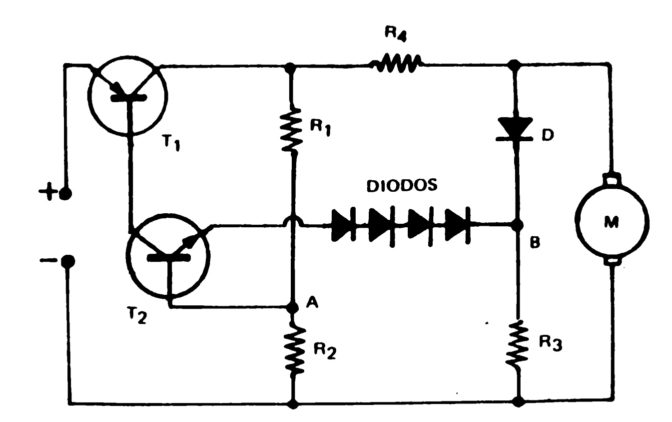


Fig. 118. Circuito del estabilizador de velocidad del grabador PHILIPS N2204. El sistema funciona ante variaciones de la tensión y de la carga.

do. Su alimentación, como es lógico, se hace desde la red eléctrica exclusivamente.

Como se ve, en las dos variantes tendremos un panorama más amplio. Se deja constancia que la información para el primero se tomó del Manual Técnico Grabadores PHILIPS y para el segundo del folleto técnico que acompaña a la unidad. Los circuitos parciales presentados se agruparon según la conveniencia que se encontró para las explicaciones referidas a cada sector y los valores de los componentes no se incluyen por estimar que es más necesaria la configuración circuital.

Grabador PHILIPS. Control del motor

Las razones por las cuales la velocidad de giro del motor debe mantenerse constante surgen de lo visto acerca del proceso de grabación y reproducción, ya que cualquier alteración de tal velocidad produce idéntica proporción de alteración en la velocidad de desplazamiento de la cinta y ello altera la frecuencia del sonido grabado. Basta observar la figura 18 para comprender que si la cinta se desplaza en la reproducción a una velocidad distinta que la de grabación, la senoide que vemos allí tendrá diferente longitud y eso equivale a cambiar su frecuencia, lo que es inadmisible. Por ello en los motores para grabadores hay que asegurar la constancia de la velocidad.

Hay dos causas de alteración de tal velocidad; una es la variación de la tensión aplicada y la otra es la variación de carga producida por el arrastre de la cinta, que puede variar desde la posición de carrete lleno hasta la de carrete vacío. Entonces los reguladores deben actuar sobre esos dos factores.

La figura 118 nos muestra el regulador que emplea la PHILIPS para su grabador a cassette. La tensión de entrada que se aplica en los bornes de la izquierda proviene de las pilas o de la fuente eléctrica. No se aplica directamente al motor sino a través del sistema regulador. Examinemos ahora este circuito.

En serie con la alimentación del motor se encuentra el transistor T_1, y por lo tanto representa una caída de tensión que dependerá de la resistencia interna del mismo, y ésta depende a su vez de la corriente de base. Supongamos que la tensión de entrada aumenta, lo que significa que el punto *B* será más positivo que el *A*, o a lo que es lo mismo, el emisor de T_2 será más positivo que la base. Siendo un transistor *NPN* lo anterior se traduce en una menor conducción, o sea en una menor corriente de colector. Tal cosa causa una reducción de la corriente de base de T_1 y con ello menor conducción del mismo, lo que ocasiona un aumento de resistencia interna y se reducirá la tensión aplicada al motor, eliminándose la causa que era el aumento de la tensión de línea. Si la alteración es inversa, o sea una disminución de la tensión de entrada, las cosas ocurren en forma inversa y aumenta la corriente de colector de T_2 y la de base de T_1, con lo que disminuye la resistencia interna de éste, reduciéndose la caída de tensión en el mismo y aumenta la tensión en el motor, eliminándose el defecto de entrada.

En serie con el emisor de T_2 hay una serie de diodos cuya misión es polarizar al mismo, ya que la caída de tensión en un diodo es una cifra constante, 0,3 V cada uno para los de germanio y 0,7 V cada uno para los de silicio.

La descripción anterior nos explica la regulación de tensión que se produce ante alteraciones de la tensión de la fuente. Veamos ahora la actuación ante variaciones de la carga. Supongamos que aumenta la resistencia al giro del motor, lo

que se traduce en que el mismo aumenta la corriente que absorbe de la fuente. Como en serie con el motor se halla la resistencia R_4, al aumentar la corriente aumentará la caída de tensión en ella y tal aumento se traducirá en una reducción de la tensión aplicada al motor, lo que rebajará la corriente de consumo. Si lo que ocurre es una disminución de la carga, se reducirá la corriente y con ello la caída en R_4, lo que hace aumentar la tensión sobre el motor y con ello la corriente que absorbe el mismo.

La configuración del circuito incluye dos resistores, R_1 y R_2 para dar la tensión básica de base a T_2 y la serie del diodo D y el resistor R_3 que dan la polarización básica al emisor de T_2. Esto es ajustado originalmente y si la tensión no se altera, no varía. Ya hemos visto cómo se produce la reacción del circuito ante variaciones en más o en menos de la tensión de entrada. Este regulador es eficaz y se impone en los grabadores que usan pilas para la alimentación, porque la tensión de las mismas decae desde que son nuevas hasta que se agotan en forma permanente. Si la alimentación es desde la red de alterna, las fluctuaciones que en ella ocurren son absorbidas por el regulador y se cancelan.

Aviso de parada

En el grabador que estamos describiendo, cuando el carrete de la derecha se detiene la fuente de

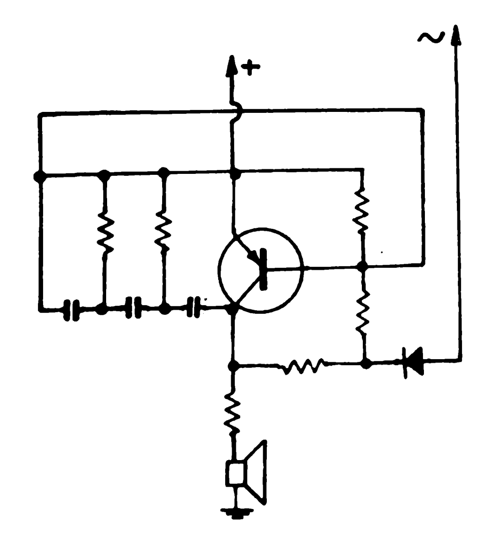


Fig. 119. Esquema del oscilador que da la señal de aviso de parada cuando se detiene el carrete de la derecha del grabador

tensión deja de aplicarla al motor y además se da un aviso sonoro mediante un oscilador que podemos ver en la figura 119. Como el montaje es interesante pasaremos a describirlo.

El transistor tiene su emisor conectado a la fuente que es de 9 Volt y la base se conecta a través de un diodo rectificador a la tensión alterna del interruptor rotativo (figura 96), de tal manera que le queda aplicada una tensión continua de 9 Volt. Es evidente que en condiciones normales este transistor no trabaja, por ser iguales las tensiones de base y emisor. Pero cuando el carrete se detiene, falta la tensión alterna y con ello la de base, con lo que aparecerá una tensión entre emisor y base y el circuito empieza a funcionar. Su configuración es de fuerte realimentación, de modo que oscilará y según los valores de resistores y capacitores dará una señal de tono fijo que va al parlante, produciendo un sonido de aviso de parada.

Posición de grabación

Veamos ahora la parte de amplificación propiamente dicha del grabador que estamos describiendo, la que se muestra en la figura 120. Contiene desde el conector DIN de entrada, los preamplificadores, el amplificador de potencia y llega hasta el parlante. En otra sección veremos lo concerniente a las cabezas magnéticas.

La señal que entrega el micrófono se aplica a los puntos 1 y 4 del conector de entrada, mientras que la proveniente de otras fuentes, como un tocadiscos o un sintonizador de radio, se aplica a los puntos 3 y 5 de ese conector. La llave 1 se cierra durante el proceso de grabación, lo que permite que la señal pase al primer transistor preamplificador T_{426}, el cual tiene un lazo de realimentación formado por R_1 y C_1.

La señal sigue a través del resistor R_2, ya que la llave 2 permanece abierta en la grabación, y entra a la sección de preamplificación con ecualización formada por los transistores T_{429} y T_{431}, que están vinculados a los lazos de realimentación selectiva que se ven en la parte inferior del esquema y que para que entren en circuito durante la grabación se cierran las llaves 3 y 6. Con este tratamiento se ha logrado un nivel de señal satisfactorio para llevarla al amplificador final y además se ha corregido la curva de respuesta según el principio expuesto en la figura 49. La llave 11 permanece abierta durante la grabación pués se cierra para la reproducción. La llave 9 permanece abierta.

Así llegamos al amplificador final, con etapa excitadora constituída por el transistor T_{432} y la etapa de potencia que la forman los transistores

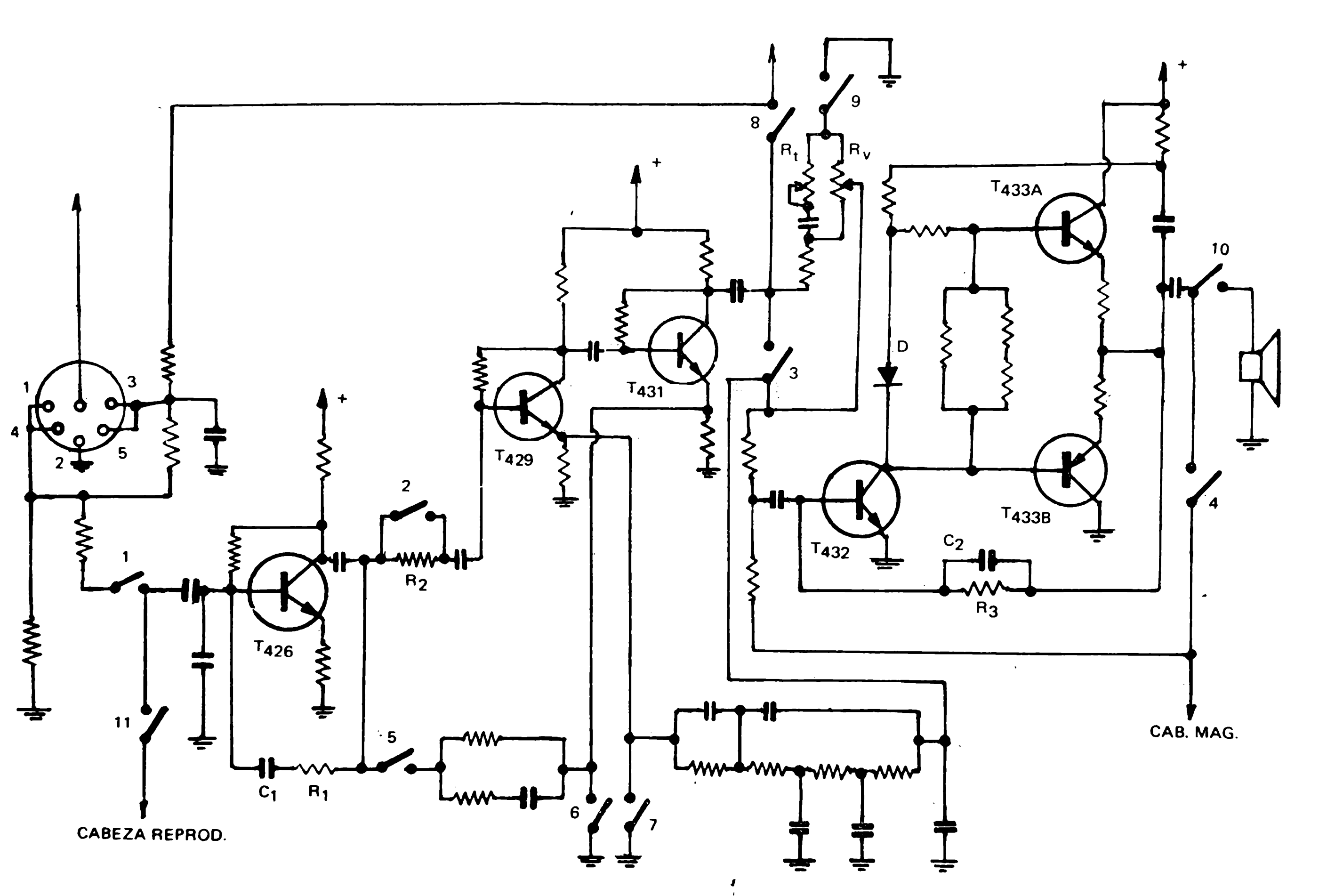


Fig. 120. – Esquema general de la parte de audio del grabador PHILIPS N2204. Contiene los preamplificadores, el ecualizador y el amplificador de potencia. Las diversas llaves se gobiernan en conjunto para las operaciones de grabación o reproducción.

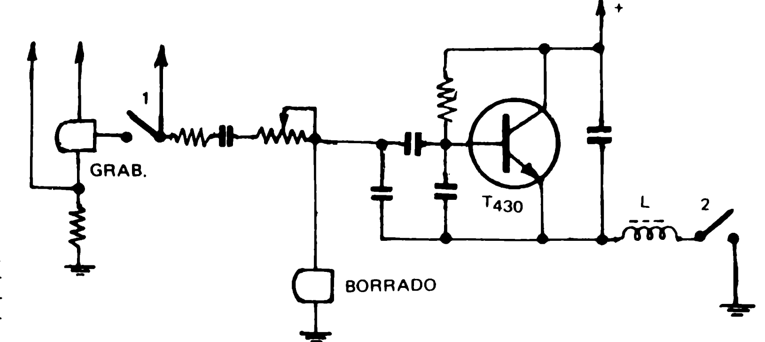


Fig. 121. – Circuito del oscilador de borrado y polarización de la cinta que contiene el grabador cuyo circuito general aparece en la figura 120.

T_{433} con letras adicionales A y B. Se trata de una etapa a simetría complementaria, con transistor superior del tipo *NPN* e inferior *PNP*, que responde a la explicación dada para la figura 105. Las llaves de esta sección se colocan en las siguientes posiciones: la 8 está abierta, porque es para enviar señal a un equipo externo durante la reproducción; la 10 puede cerrarse para oir en parlante lo que se graba, y la llave 4 se cierra para enviar la señal a las cabezas magnéticas. Hay un lazo de realimentación negativa en la etapa final formado por C_2 con R_3 que se coloca para reducir la deformación de amplitud inherente a las etapas amplificadoras de potencia.

El diodo D se encarga de estabilizar la corriente de base de los transistores de salida, a efecto de mantener para ellos las condiciones de trabajo estipuladas por la fábrica y lograr que cada transistor trabaje únicamente en medio ciclo de la señal, esencia de la amplificación clase B, según se ha explicado para la figura 104. Con lo cual terminamos con la consideración de la amplificación de audio en la grabación.

Cabezas magnéticas

La figura 121 muestra la aplicación de la señal a la sección que contiene las cabezas de borrado y de grabación. Como necesitamos polarizar la cinta con una señal alterna y también alimentar las cabezas de borrado, se dispone del oscilador de alta frecuencia que usa el transistor T_{430}. Lógicamente, durante el proceso de grabación debe trabajar este oscilador, de modo que la llave 2 se cierra para que entre en circuito la inductancia L que es la que da la frecuencia del oscilador, la que como sabemos, está comprendida entre 50 y 70 KHz. Al mismo tiempo, la señal alterna generada debe enviarse a las cabezas de grabación para polarizar la cinta y para ello se cierra la llave 1 que, en cambio, permanece abierta durante el proceso de reproducción.

Nivel de grabación

En el grabador que estamos comentando se ha dispuesto un control automático del nivel de grabación, cuyo esquema vemos en la figura 122. Consta esencialmente de dos transistores y dos

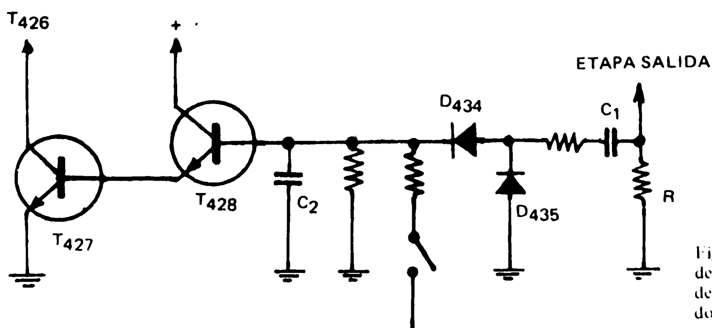


Fig. 122. – Esquema del sistema de control automático del nivel de grabación usado en el grabador a cassette PHILIPS modelo N2204.

diodos que vemos en el esquema. A la derecha hay un resistor R que deriva señal de la etapa de salida, ocasionando una tensión de audio entre sus extremos. Durante los semiciclos positivos de esa tensión conduce D_{434} y se carga el capacitor C_1 y durante los medios ciclos negativos conduce D_{435} y se carga C_2. De ello resulta polarizada la base del transistor T_{428} y con ello el mismo conduce y polariza la base de T_{427} lo que hace conducir al mismo. El colector de T_{427} se vincula al transistor T_{426}, el cual verá afectado su grado de amplificación según la tensión de base.

La situación se acomoda de tal modo que si aumenta el nivel de salida de grabación, aumenta la corriente a través de T_{427} y con ello se afecta en disminución la amplificación de T_{426}, produciéndose una disminución de la salida que compensa el aumento antes señalado. Viceversa, si el nivel de grabación disminuye se reduce la corriente a través de T_{427} y con ello T_{426} aumenta su grado de amplificación. Se nota que se logra un automatismo en el control de nivel de grabación.

En este grabador hay también un indicador de nivel de grabación, que es un instrumento indicador llamado vúmetro, según se ha dicho anteriormente. La conexión de este instrumento puede verse en la figura 123. Durante la grabación la llave que vemos en la figura permanece cerrada. La señal de grabación se toma de la etapa de salida y el diodo rectifica de ella los pulsos negativos. En este diodo aparecen entre sus electrodos dos tensiones: la proveniente de la alimentación positiva a través de R_1 y la señal de grabación que pasa por R_2 y provoca en ella una caída de tensión. Cuando hay conducción a través del diodo el instrumento acusa un valor, el cual será proporcional a la diferencia entre la tensión de ánodo y de cátodo del mismo, diferencia que es a su vez proporcional al nivel de grabación.

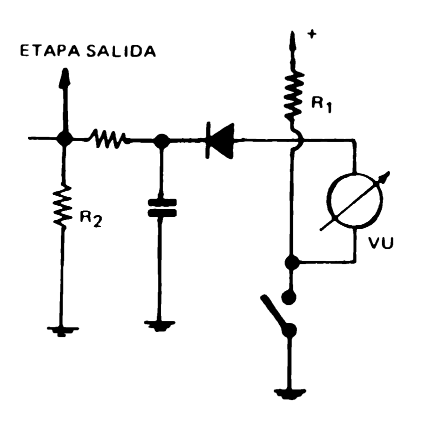


Fig. 123. Conexiones del indicador de nivel o vúmetro que emplea el grabador de la figura 120.

Posición de reproducción

La señal que obtiene de la cinta la cabeza grabadora-reproductora, ahora en función reproducción, va a la entrada del preamplificador T_{426} por la llave 11 de la figura 120, que se cierra. Siempre siguiendo la figura 120, la señal no debe pasar por el resistor R_2, por lo cual se cierra la llave 2 que lo pone en corto. Así llega a T_{429} que forma con el T_{431} el juego preamplificador-ecualizador. El lazo de ecualización cambia, pues para grabación se utilizaba el de la derecha eliminando el de la izquierda, para lo cual se cerraban las llaves 3 y 6 y ahora se abren éstas y se cierran las 5 y 7.

En la función reproducción deben entrar en juego los potenciómetros que ofician de control de tono (R_t) y de volumen (R_v), para lo cual se cierra la llave 9 que permaneció abierta para la grabación. Así la señal de T_{431} pasa por esos dos controles y va al transistor excitador T_{432}. De éste y en la forma conocida pasa a los transistores finales conectados en simetría complementaria y llega al parlante cerrando la llave 10.

Observemos la llave 8 que permaneció abierta hasta ahora. La misma cumple la función de enviar señal del preamplificador al conector DIN de entrada, para aplicarla a un amplificador externo, independientemente del incluído en el grabador. En ese caso puede silenciarse el amplificador interno con el simple recurso de llevar a cero al control de volumen.

Fuente de alimentación

La fuente de alimentación de este grabador es del tipo dual, o sea que puede tomar energía de la red de canalización eléctrica o, en función de grabador portátil, de un juego de 6 pilas secas que suministran 9 Volt. El circuito lo vemos en la figura 124.

En la alimentación de la red, hay un transformador cuyo primario en dos mitades puede conectarse, mediante cambios de puentes, en 110 V y en 220 V. El secundario se aplica a un rectificador de onda completa en puente, a cuya salida hay un estabilizador electrónico muy simple, con un transistor, un diodo Zener y dos diodos de silicio. El transistor queda en serie con la corriente de consumo del grabador y el diodo Zener controla la corriente de base del mismo o, lo que es lo mismo, su resistencia interna. Una variación de la tensión de línea hace variar la corriente a través de

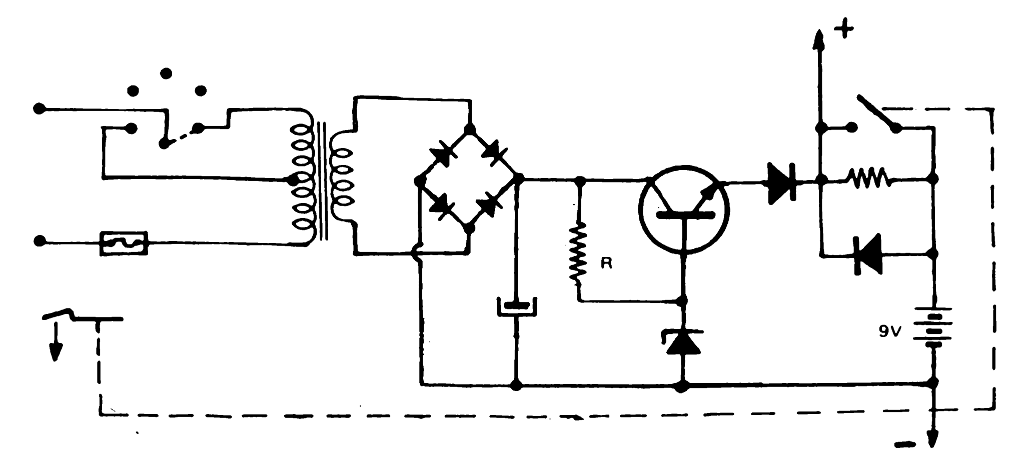


Fig. 124. Esquema general de la fuente de alimentación dual para el grabador PHILIPS modelo N2204. Tiene estabilizador electrónico de tensión.

R y el Zener cambia la corriente de base del transistor provocando una variación en la resistencia interna del transistor, que produce disminución de caída de tensión en el mismo cuando la tensión de línea disminuye y aumento de caída cuando la tensión aumenta. Se produce así una estabilización automática.

Hay una doble llave de encendido que impide que cuando está conectada la batería se pueda conectar la red eléctrica. Y al mismo tiempo, cuando se corta la red queda disponible para alimentar al grabador la batería de pilas. Independientemente de esta combinación está el interruptor general que corta la alimentación del equipo.

Grabador HITACHI modelo D-2330

Tal como lo habíamos fijado al comienzo del capítulo, describiremos ahora un grabador a cassette destinado a integrar equipos de sonido y que por lo tanto no tiene amplificador de potencia incluído y además se alimenta directamente desde la red eléctrica, o sea que no es portátil. Para evitar la repetición de explicaciones acerca de los circuitos parciales nos remitimos al circuito general del mismo que puede verse en las páginas 136 y 137. Se trata del HITACHI modelo D-2330.

En el circuito podemos ver que está repetida toda la parte de preamplificadores, ecualizadores y amplificadores de excitación, ya que es para estéreo. No están repetidas las partes correspondientes al borrado, a la polarización de la cinta y la sección alimentación con el regulador de tensión y el de velocidad para el motor. Vemos además que tiene un supresor de ruidos sistema Dolby que se repite, pues va uno para cada canal. De este tema nos ocuparemos en el capítulo 13. Comencemos por la sección alimentación.

La sección alimentación

Si observamos el esquema general (página 136) podemos ver abajo y a la derecha una serie de montajes de entrada a la fuente, para cubrir las situaciones de diversos países. En efecto, la selectora sobre el primario del transformador puede usar tensiones de entrada de 110 V, 120 V, y 220 V; hay una situación de 240 V con hilo de tierra obligado, pues lo exigen las reglamentaciones existentes. El objetivo es obtener una tensión alterna de 13,3 V antes de entrar al rectificador y una tensión continua de 10,7 V a la salida del regulador de tensión.

Hay dos rectificadores, uno para el circuito general y otro para la alimentación del motor, el cual tiene un regulador de velocidad aparte, y cuyo esquema parcial vemos en la figura 125. La entrada de alimentación es de polaridad negativa y el retorno a la fuente va al positivo a través de un electrolítico de 1000 microfarad. En serie con la corriente que toma el motor tenemos al transistor T_1, cuya corriente de base y por ende su resistencia interna está controlada por el transistor T_3, en paralelo con el cual se halla T_2. Pero la base de T_2 se polariza por la línea de alimentación mientras que la de T_3 lo hace por una parte de

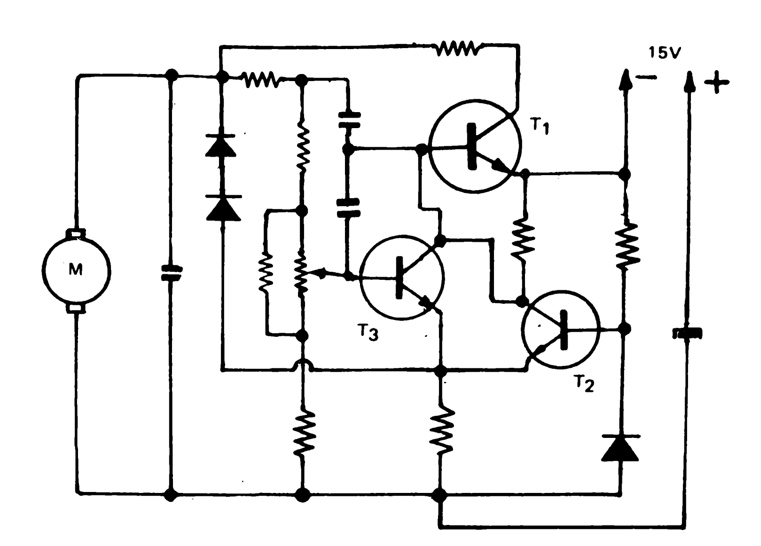


Fig. 125. – Circuito de estabilizador de velocidad para el motor del grabador a cassette HITACHI modelo D-2330.

la tensión aplicada al motor. Entonces se establece una suerte de puente que compara dos tensiones y el resultado de ello gobierna la resistencia de T_1. Cuando la tensión aplicada al motor tiende a aumentar sube la resistencia de T_1 y cancela ese aumento, y viceversa cuando la tensión tiende a disminuir. Este regulador tiene una misión similar a la del que vimos en la figura 118, pero funciona de manera diferente.

A la salida de la rectificación en la fuente se encuentra otro regulador electrónico para mantener constante la tensión en todo el circuito general del grabador. El mismo lo podemos ver en el esquema general, a la izquierda de los rectificadores. Tiene en serie, oficiando de resistencia variable, un transistor 2SC1213 y oficiando de comparadores dos transistores 2SC458. A la salida de este regulador se tiene la tensión estabilizada de 10,7 Volt.

Cabezas magnéticas

Inmediatamente a la izquierda de la fuente de alimentación encontramos el oscilador de borrado y polarización, que usa un transistor 2SC458 acoplado al transformador L201. La realimentación que provoca la oscilación se hace desde el punto medio del primario, bobinado de la izquierda, hacia la base de ese transistor, y la alterna para el borrado se toma del punto medio del bobinado secundario. Inmediatamente abajo de este secundario encontramos la cabeza de borrado, que es doble pues debe abarcar dos pistas en la cinta. De la parte superior del secundario salen la conexión que va a las cabezas de grabación-reproducción, las que aparecen separadas en el borde izquierdo del circuito, pero que están montadas en un solo bloquecito que abarca dos pistas. En serie con la conexión de la corriente de polarización encontramos los potenciómetros de ajuste de tal corriente, uno para cada cabeza.

Amplificación y ecualización de la señal

En la mitad superior del esquema general de la página 136 tenemos los dos canales de audio en los que se realiza el tratamiento de la señal. Observemos el canal superior solamente, ya que los dos son exactamente iguales. En primer lugar encontramos un C.I. D1044AZ que constituye el primer paso de preamplificación de la señal, siguiendo a continuación una etapa a cargo del transistor 2SC458. Allí termina la primera sección de preamplificación y comienza la ecualización.

La mayor parte del ecualizador lo constituye un C.I. TA-4019 combinado con otro transistor 2SC458. Hay un complejo sistema de lazos de realimentación parciales, con secciones que trabajan durante la grabación y otras que entran en juego en la reproducción, en forma enteramente similar al sistema descripto para el grabador anterior.

Al salir del ecualizador ya se ha corregido la curva del nivel de señal y pasamos al amplificador propiamente dicho, que da a la señal el nivel adecuado para grabar, en el caso de grabación de una cinta, o para excitar a un amplificador externo, en el caso de reproducción. Este amplificador está contenido en el C.I. TA-4004. La salida del mismo

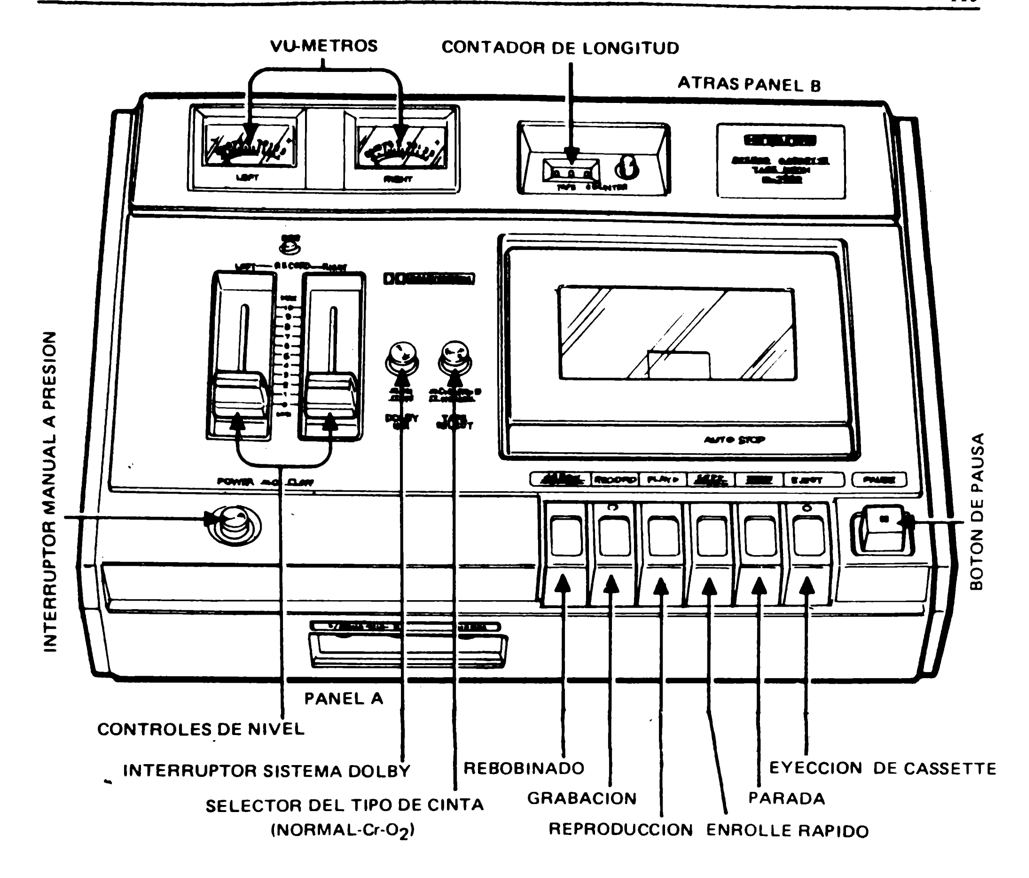


Fig. 126. – Vista superior del grabador a cassette HITACHI modelo N-2330, para apreciar todos los controles que hacen a la operatividad del mismo.

se aplica al control de volumen que está inmediatamente atrás del conector de salida. De esto último hay dos variantes, pues hay un conector DIN de 5 patas o dos conectores simples tipo RCA.

Abajo de esos conectores podemos ver la conexión del indicador de nivel o vúmetro, el cual, como marca valores de continua, requiere rectificar la señal de audio que es alterna; los rectificadores pueden verse en el esquema, vinculados con el instrumento.

Abajo y a la izquierda del esquema general podemos ver dos bloques complejos con dos circuitos integrados, uno RO803 y otro TA-4018, más un transistor de efecto de campo 2SK40. Estos conjuntos constituyen el supresor de ruidos sistema Dolby, cuya teoría será explicada en el capítulo 13, al ocuparnos del ruido en las grabaciones de cinta.

Operatividad del grabador

Resulta interesante mostrar la forma como se opera con este grabador en todas sus posibilidades, para lo cual nos remitimos a la figura 126 que lo muestra desde arriba. Las leyendas son suficientemente claras e indican el botón interruptor general, los controles de nivel a corredera, los dos selectores, uno para el sistema Dolby y otro para la clase de cinta, o sea óxido férrico o bióxido de cromo. Arriba están los dos vúmetros, uno para cada canal y el contador de metraje. Abajo está el teclado con las teclas de rebobinado, grabación, reproducción, enrolle rápido, parada y eyección de cassette, en ese orden. Sigue el botón de pausa.

Hay dos paneles de conexiones, uno al frente, que hemos denominado *PANEL A* y que contiene los conectores para micrófono; uno para mono o

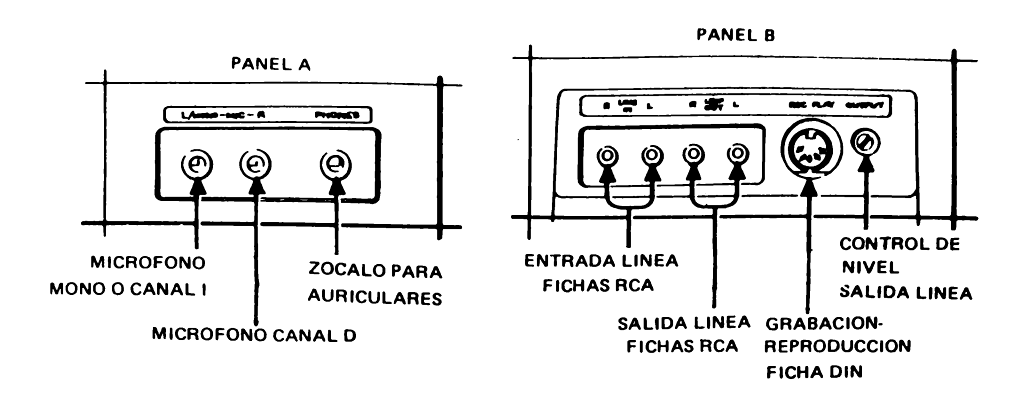


Fig. 127. – Vista de los dos paneles de conexiones del grabador de la figura 126. El A está ubicado en el frente y el B en la parte posterior.

canal I del sistema estéreo y otro para el canal D. Sigue un conector para auriculares. La figura 127 muestra ambos paneles en detalle con la ubicación de los distintos conectores. El panel B se encuentra en la parte posterior y tiene primero los dos conectores tipo RCA para entrada de línea proveniente de un tocadiscos o un sintonizador de radio. Luego hay dos conectores RCA para salida de línea destinada a la entrada de un amplificador estereofónico. Y en tercer término tenemos un conector tipo DIN con 5 patas, dos para los puntos vivos de entrada de línea, uno central para masa y dos para salida de línea. Finalmente tenemos un control del nivel de salida de línea, sobre el que se actúa mediante una muesca en el eje del potenciómetro doble. Esto es para evitar que la salida de este equipo sature la entrada del amplificador al que se lo conecte.

Día 12

Hemos llegado a un punto del desarrollo de este libro en el cual ya conocemos los principios en los que se basan los grabadores de cinta magnética, la construcción interna de los mismos, sus partes mecánica y eléctrica y las diferencias sustanciales entre los distintos tipos que se han ideado y que hoy abundan en el mercado. Inclusive estamos en condiciones de tomar un grabador portátil y utilizarlo, ya que todo lo que hay que hacer es insertar una cassette en el compartimiento previsto y hacerla andar para escuchar en su parlante incluído el sonido que estaba grabado. También podemos grabar una cassette virgen, o una pregrabada a la cual le iremos borrando el contenido al mismo tiempo que grabamos un nuevo programa, esto siempre que no hayamos sacado las aletas que tienen las cassettes para permitir el borrado, porque en tal caso el programa ya no se puede borrar. Pero no solamente hay grabadores portátiles que se parecen a los receptores de igual carácter en el hecho de que tienen todo incluído y se usan en forma individual, sin conectarlos a otro equipo; hay grabadores que se usan en combinación con equipos sonoros que admiten otras fuentes, como tocadiscos, sintonizadores de radio, etc. y que requieren interconexiones. Aquí aparece entonces un tema interesante, el de los elementos de interconexión. Y hay otros accesorios que encontramos en los grabadores, especialmente en los más completos, que debe conocer el usuario pues intervienen en las operaciones que pueden realizarse con los mismos. Ya tenemos el tema para la presente jornada y lo abordaremos de inmediato.

ACCESORIOS DE OPERACIONES

Puede hacerse una clasificación de los grabadores de cinta si se atiende a su operatividad y encontramos dos clases principales: los portátiles y los fijos. Entendemos que son portátiles aquellos que tienen todo incluído, hasta el amplificador y el parlante, que se alimentan con pilas aunque tengan la posibilidad adicional de ser conectados a la línea eléctrica y que actualmente son casi todos a cassette. Los fijos son los que se diseñan para integrar equipos sonoros, suelen no tener amplificador de potencia ni parlante, o lo tienen como opción, pero se los puede acoplar a un equipo de audio. En los primeros el usuario no tiene posibilidad de hacer interconexiones ya que tales aparatos no están previstos para eso. Esta clasificación permitiría agrupar los accesorios de operaciones en dos clases: los que van en todo grabador y los que se encuentran en el segundo tipo solamente. Todos los implementos de interconexiones, por ejemplo, se encuentran solamente en el tipo fijo, pero los controles y los indicadores de nivel se encuentran en ambos tipos, aunque algunos portátiles no poseen indicadores de nivel.

Describiremos los accesorios que hemos definido sin exclusiones, pues el poseedor de un grabador los encontrará a todos o a algunos, y se entiende que si no los tiene podrían ser agregados, pero con intervención de un técnico que sepa cómo hacerlo. Hay accesorios que pueden ser agregados en forma externa, como son los puentes de interconexión, los cuales pueden adquirirse ya preparados o acondicionar el cable y las fichas cuando se conozca el método para tal cosa. Sobre este aspecto insistiremos convenientemente, porque tales interconectores constituyen a veces un problema debido a las muy diversas fuentes de origen de los grabadores, los que provienen de distintos países de América, Europa y Asia. Pero ya veremos

que el problema puede ser resuelto debido a la existencia de conectores apropiados para realizar todas las combinaciones necesarias.

Hechas las aclaraciones precedentes podemos pasar a la descripción de los accesorios de operaciones que encontraremos en los grabadores de cinta magnética, sin someternos a la condición de que algún grabador no los tenga a todos.

Indicadores de nivel

El conocer el nivel de grabación se hizo indispensable para aprovechar el máximo de posibilidades de la cinta magnética sin sobrepasar tal máximo. Si se graba una cinta con una anplitud de señal inferior al máximo posible será necesario dar mayor amplificación al equipo al reproducir esa grabación y si se graba a un nivel mayor que ese máximo permitido se originará distorsión por achatamiento de las crestas al producirse saturación magnética en el material de la cinta. Entonces hay una amplitud de señal ideal para grabar y si se mide la amplitud al reproducir, tendremos una información conveniente para gobernar los amplificadores externos conexos.

La amplitud de una señal puede ser expresada de diversas maneras, como ser una tensión, una corriente o una potencia, esta última si nos referimos a la salida de los parlantes. Pero hemos dicho ya que el oído humano tiene características logarítmicas de sensibilidad y como estamos tratando los equipos sonoros que deben ser escuchados mediante nuestros oídos, lo sensato es usar para el nivel una unidad logarítmica. Y también dijimos que tal unidad adoptada era el decibel (dB) y que para calcularla se usa la simple expresión:

$$dB = 20 \log \frac{E_2}{E_1}$$

Es decir que si queremos conocer la ganancia, habrá una tensión E_2 de salida del amplificador, que se compara por cociente con la tensión de entrada E_1. Ese cociente da una cifra, de la cual se encuentra el logaritmo decimal y al resultado se lo multiplica por 20; la cantidad obtenida mide el nivel de señal expresado en dB.

Lo dicho aparece como algo complicado si el caso fuera medir las tensiones de audio de entrada y salida cada vez que se quisiera determinar el nivel en dB, pero en la realidad no lo es por el hecho de que hay instrumentos que indican directamente tal nivel expresado directamente en decibeles. Primitivamente tales instrumentos se denominaron *decibelímetros*, pero como daban la cantidad de unidades de volumen sonoro se comenzó a usar el nombre de *vúmetros* (de: *volume units meter*). Y para que sean una expresión de nivel de salida hay que tomar una referencia; en la fórmula tenemos dos tensiones, una de salida y una de entrada, y en las mediciones prácticas se tomó una de salida y la de entrada se fijó como nivel cero y corresponde a una potencia de 1 miliwatt tomada sobre una impedancia de 600 Ohm, lo que equivale a una tensión de 0,24 Volt sobre esa misma impedancia.

Para hacer un vúmetro no se recurrió a instrumentos que miden directamente tensiones alternas sino a uno que mide continua y se le aplicó un rectificador externo. De los instrumentos que miden magnitudes continuas el más preciso es el de imán permanente y bobina móvil que ilustra la figura 128, que fue ideado por Deprez y D'Arsonval. Dentro de un imán en forma curvada hay un hueco cilíndrico en el que se encuentra un tambor de hierro que queda separado del imán como para que en el hueco pueda girar una bobinita colocada en un marco rectangular de aluminio. El eje de esta bobina tiene dos resortes en espiral que la mantienen en una posición de equilibrio, que es la que corresponde al punto cero en la escala, indicado por una aguja fija a ese eje. En el extremo inferior de la aguja hay unos pequeños contrapesos para ajustar en fábrica la masa móvil. Una palanca acodada actúa mediante un perno sobre una de las espirales para poder ajustar la aguja al cero de la escala.

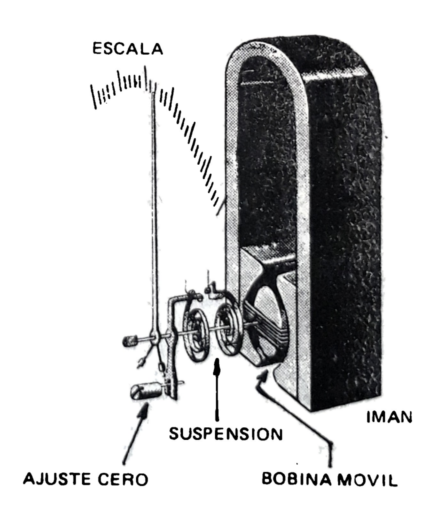


Fig. 128. – Principio constructivo del instrumento indicador de imán permanente y bobina móvil usado en los vúmetros.

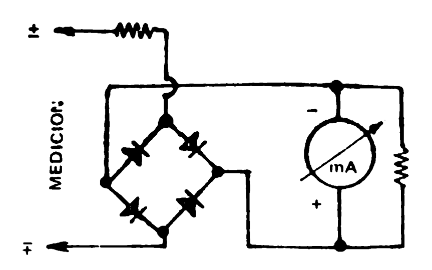


Fig. 129. – Circuito interno de un indicador de nivel de audio en los grabadores, aparato llamado vúmetro.

Si se hace pasar por la bobina una corriente continua se ejercerá una acción electromagnética entre ella y el campo del imán y la bobina tenderá a girar, pero la espiral tiende a evitar ese giro. El equilibrio entre la acción de giro y la de frenado da una posición que la aguja indica en la escala y que es directamente proporcional a la intensidad de la corriente que recorre la bobina. Si aplicamos una tensión continua a la bobina, como la resistencia de ella es constante, la indicación será directamente proporcional a tal tensión.

El circuito de conexiones es el ilustrado en la figura 129 y la tensión que debe medirse es de audio, luego es alterna y debemos rectificarla mediante un puente de diodos. Los dos resistores son para ajustar en fábrica la proporción de corriente que se deriva al instrumento y la impedancia que el conjunto debe presentar al circuito en medición, todo ello de acuerdo con la norma de fijación de niveles antes expresada.

El vúmetro tiene el aspecto frontal que muestra la figura 130 y su escala tiene marcadas cifras en decibeles que van de –20 dB hasta +3 dB. Muchos vúmetros tienen además una numeración inferior que va de 0 a 100 y expresa porcentuales de nivel. De ese 100% en adelante suele pintarse la escala con color rojo, avisando que allí se excede el nivel máximo aconsejado.

Controles varios

En los circuitos electrónicos la mayor parte de los componentes destinados a controlar o ajustar algo son resistores variables. Hay también capacitores e inductores variables, pero éstos no se encuentran en los grabadores, salvo los ajustables. Los resistores variables son los llamados *potenciómetros* y tienen un eje al que se le coloca una perilla a efecto de proceder a girar el eje cuando se desee. Los resistores ajustables son del tipo usualmente denominado preajustable (pre-set) y no tienen eje accesible sino que mediante un destornillador se acciona el giro durante el ajuste del equipo.

Los inductores y capacitores ajustables son graduados durante la calibración del aparato en fábrica y durante las tareas de reparación que acomoda las constantes del circuito después de reemplazar componentes. Los capacitores ajustables son los *trimers*, y los inductores ajustables tienen un núcleo de ferrita que se puede deslizar a lo largo del eje de la bobina mediante un destornillador especial. Desde el punto de vista formal, los elementos ajustables no entran en la categoría de controles para uso del operador del grabador.

Quedan entonces encuadrados en la denominación de controles, en el caso de los grabadores, los potenciómetros y se emplean como controles de volumen o nivel y los controles de tono. Otros controles son los interruptores y las teclas de comando de operaciones.

Los potenciómetros tienen el aspecto que muestra la figura 131 y constan de un aro plano de material grafitado, sobre el que está colocado otro aro que sólo apoya en el grafito cuando un patín accionado por el eje pasa en su giro presionándolo. Esto se hace así porque si el patín rozara directamente sobre la capa de grafito pronto terminaría con ella. El patín corresponde al terminal central y los extremos del aro grafitado a los laterales. Algunos potenciómetros tienen adosado un interruptor (figura 132) que se cierra cuando comienza el giro desde la posición inicial a la izquierda. En otros modelos el interruptor se acciona tirando del eje hacia afuera.

Desde que los controles aludidos son para circuitos de audio, y hemos dicho que la variación

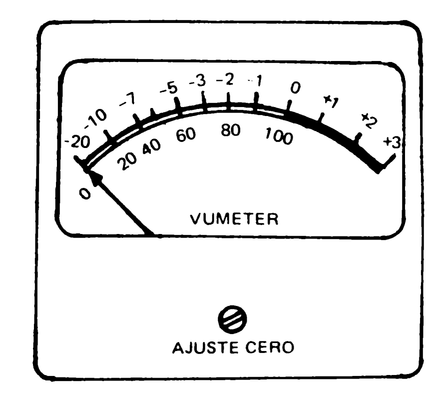


Fig. 130. – Aspecto del panel frontal de un vúmetro con sus dos escalas, una en decibeles y otra en porcentuales del nivel de salida.

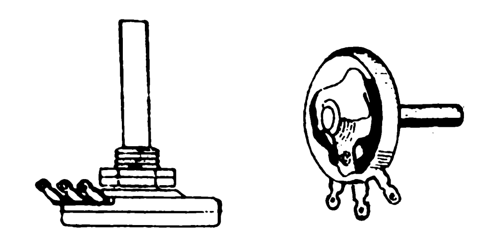


Fig. 131. – Vista externa e interna de un potenciómetro o resistor variable que se usa como control en diversas operaciones.

de niveles para concordar con la sensibilidad del oído humano debe hacerse siguiendo una ley logarítmica, la mayor parte de los potenciómetros no tiene variación lineal de resistencia al giro del eje, sino una variación logarítmica. Veamos esto en la figura 133.

En sentido horizontal se toman los ángulos de giro del eje, con un máximo de 300 grados que es lo usual. En medidas verticales se toman los porcentuales de variación de resistencia del potenciómetro. Una variación lineal da en el gráfico una línea recta y una variación logarítmica da una parabólica. Esta particularidad se logra en la fabricación de los potenciómetros dosando convenientemente la capa grafitada.

Los controles de nivel son siempre potenciómetros logarítmicos, pero los controles de tono, ecualizadores, etc. son más generalmente lineales. En cada caso el circuito debe especificar el tipo de potenciómetro utilizado, porque el aspecto exterior es el mismo para ambos casos. En la duda, y observando la figura 133, puede verificarse el carácter lineal o logarítmico de un potenciómetro midiendo la resistencia entre un extremo y el borne central cuando el giro del eje es justo la mitad. Si marca la mitad de resistencia, es lineal y si marca un valor bastante diferente es logarítmico.

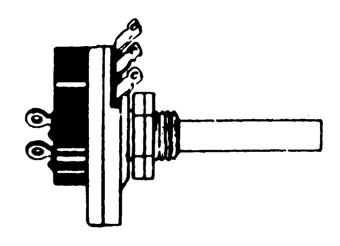


Fig. 132. – Algunos potenciómetros, especialmente el usado como control de volumen, suele tener adosado un interruptor.

Conmutadores

Una de las cosas más complejas de todo grabador es el juego de conmutadores operativos que incluye una parte mecánica y otra eléctrica. Al oprimir una tecla se acciona una serie de palancas que producen desplazamientos en poleas o rodillos y al mismo tiempo actúan sobre interruptores simples o inversores. Es imposible describir esa serie de conmutadores por la gran variedad existente, ya que prácticamente cada fábrica ha resuelto las cosas a su manera.

Al ocuparnos de las partes mecánicas de los grabadores, capítulos 6, 7 y 8, tuvimos oportunidad de ver cuáles eran las necesidades en cuanto a movimientos de piezas al decidir cada operación, sea ella la de grabar, reproducir, enrolle rápido, parada

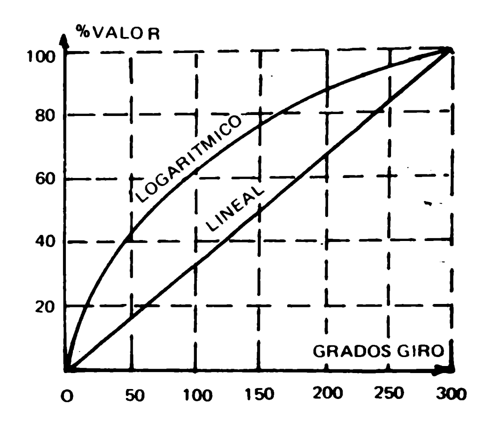


Fig. 133. – Curvas que definen a los dos tipos de potenciómetros por la variación de resistencia al giro: lineales o logarítmicos.

o rebobinado de la cinta; incluso muchos grabadores tienen la posición de pausa. Y al tratar la parte eléctrica en los capítulos 10 y 11 vimos que en cada operación los interruptores se cerraban o se abrían, según su posición en el circuito; inclusive pudimos comprobar que la cantidad de llaves era grande. Algunos grabadores emplean inversores en lugar de llaves simples, como sería el caso del descripto en la segunda parte del capítulo 11 comparado con el que nos ocupó en la primera parte de ese capítulo.

Pero el caso es que el juego de llaves interruptoras o inversoras y el juego de palancas que son accionadas en conjunto por teclas del tablero de comando están dispuestas de manera adecuada para que, cuando por ejemplo se desea grabar, las poleas o rodillos ocupen la posición conveniente

y al mismo tiempo se realicen en los circuitos los cambios necesarios para que se cumpla la operación mencionada.

De acuerdo con lo dicho mal podría considerarse a todo ese conjunto de elementos como accesorios, ya que constituyen el corazón mismo del grabador. Cada elemento suelto podría ser agrupado como un accesorio, pero el conjunto no. Y si se considera a las palancas y las llaves separadamente, no ofrecen ninguna complicación como elementos en sí; la situación se torna compleja cuando se considera todo el equipo conmutador en conjunto.

Analizado así el caso, omitiremos mayor tratamiento por la imposibilidad de presentar en un dibujo una imagen coherente de esa importante parte de un grabador. Una simple observación directa abriendo la tapa de un equipo permite captar con precisión el sistema empleado en el mismo.

Monitores

Los grabadores profesionales y aún algunos que siendo semiprofesionales tienen cabezas separadas para grabar y reproducir, están provistos de un *monitor*. Este dispositivo no es otra cosa que un pequeño amplificador que termina en un parlante o en un juego de auriculares, y se emplea conectado a la cabeza lectora mientras se graba. De esta manera el operador puede escuchar lo que está grabando la cabeza grabadora, pero en forma directa, es decir que no se trata de escuchar el programa que proviene de la fuente y que va a un parlante sin pasar por la cabeza grabadora, sino de leer lo que se está grabando en la cinta y amplificarlo para ser escuchado.

Está claro que de esta manera el operador puede comprobar la calidad del sonido que se está grabando, si hay saturación, si hay mucho ruido de fondo, o cualquier otro defecto que pudiera existir originado en la grabación misma, es decir que no vienen de la fuente sonora. Lo dicho nos habla claro de la ventaja que representa el monitor en un grabador, pero se entiende que los grabadores familiares o los que usan cinta encapsulada no tengan tal refinamiento.

Conectores varios

Para todo equipo de audio se emplean cables de interconexión, los que deben ser blindados para evitar la interacción, la introducción de zumbidos, etc. Y si un cable de interconexión tiene dos hilos, como sería el caso de un equipo estereofónico, cada hilo debe tener su blindaje individual, porque de no ser así habría interacción entre los dos canales. Precisamente la bondad de un equipo estereofónico se mide, entre otras cosas, por lo que se llama separación entre canales.

Los cables deben ser conectados al equipo y ello se hace mediante fichas o conectores, de los que hay lamentablemente diversos tipos; sería muy práctico que se usara un solo tipo, pero como ya se ha dicho muchas veces la diversidad de orígenes y la evolución de estos equipos, que duró muchos años, han hecho subsistir elementos diseñados en otras épocas. Describiremos los conectores que se hallan en uso actualmente para familiarizar al lector no avezado en estas lides.

La figura 134 muestra el juego de conectores denominado *jack* y *plug*, muy empleado en los sistemas telefónicos y heredado un poco por los equipos de sonido por su comodidad de uso y no por sus bondades. El plug es el conector hembra y tiene una serie de láminas elásticas con un doblez en el extremo y un montaje aislante que las mantiene separadas en el otro extremo. El plug es el macho y tiene un cuerpo cilíndrico y una cabeza esférica para facilitar la introducción en el jack. El modelo ilustrado es para una conexión bipolar y por lo tanto el vivo del cable va a la cabeza y el blindaje o masa va al cuerpo del jack. Cuando se debe hacer conexiones tripolares, caso de los micrófonos de doble frente de captación y los equipos estereofónicos en general se usa el plug tripolar que vemos en la figura 135. Tiene una lengüeta más en el jack y una parte del cuerpo del plug está aislada del resto para tener un contacto más. Hemos denominado *I* (izquierda) y *D* (derecha) a los dos contactos vivos, refiriéndonos a los sistemas estereofónicos.

La figura 136 muestra lo que se llama *conector de micrófono* y tiene sus dos piezas roscadas. El vivo hace contacto en la parte central, merced a

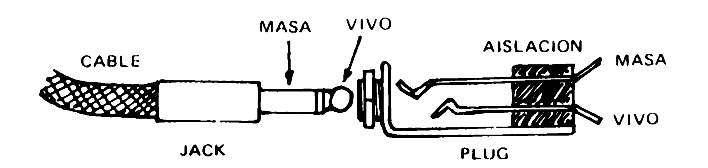
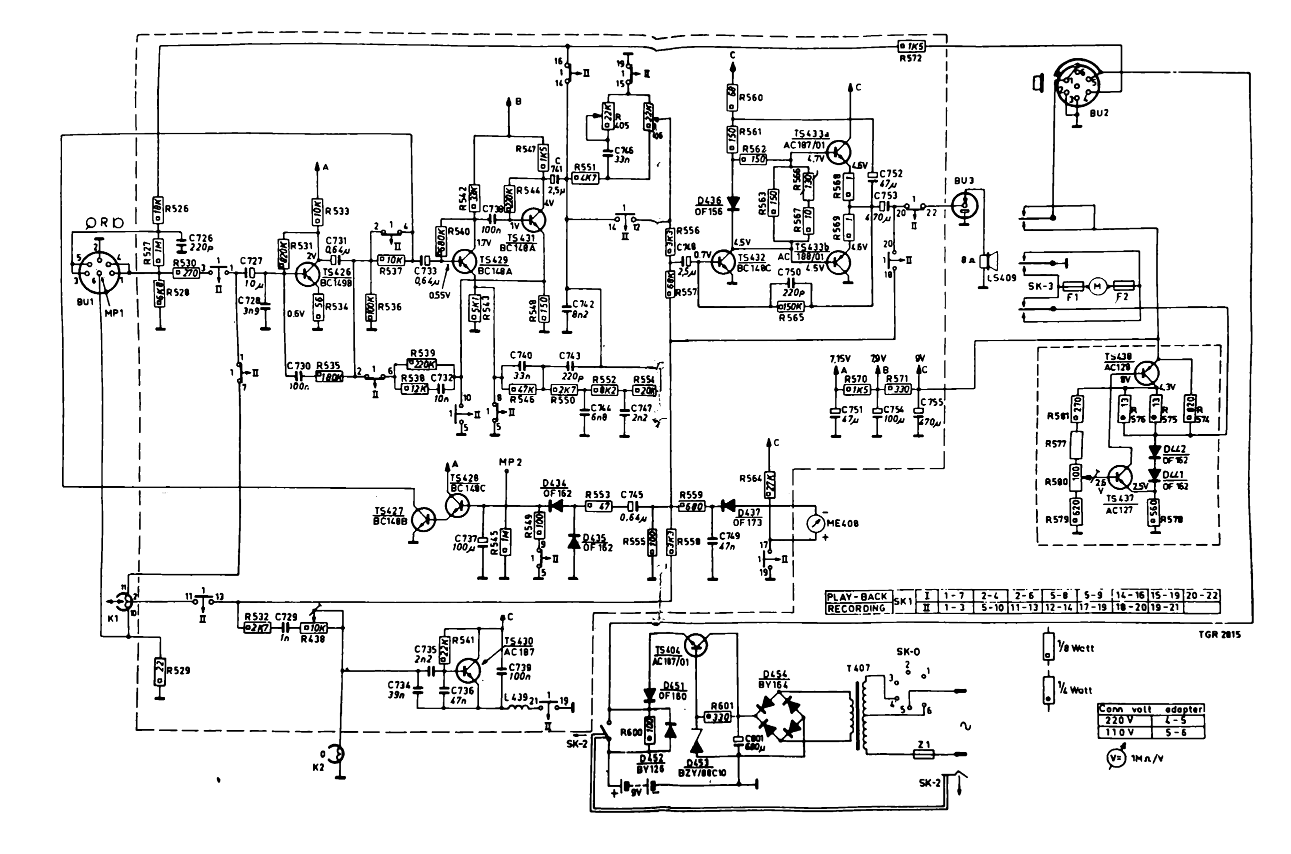


Fig. 134 Aspecto constructivo del juego de conectores denominados *jack* y *plug* que se usan en los equipos de audio.



PLAY-BACK	SK1	I	1-7	2-4	2-6	5-8	5-9	14-16	15-19	20-22
RECORDING		II	1-3	5-10	11-13	12-14	17-19	18-20	19-21	

Conn	volt adapter
220 V	4-5
110 V	5-6

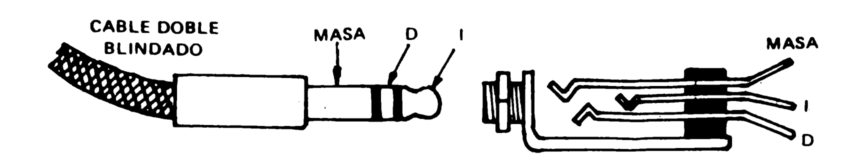


Fig. 135. – Este otro juego de jack y plug tiene dos puntos vivos y uno de masa, para ser usado en sistemas estereofónicos.

la presión que se logra con el roscado. La masa es la envoltura o cuerpo externo de ambos conectores, el macho y la hembra, siendo el primero el que va en el cable y el segundo el que se asegura al chasis del equipo. En esta segunda pieza suele haber una arandela para la conexión de masa, para no tener que soldar el cuerpo cromado del conector. A tal arandela se suelda la malla metálica

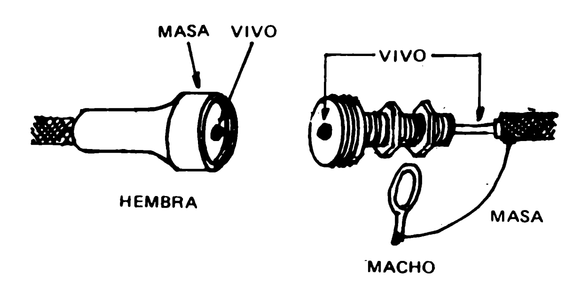


Fig. 136. – Sistema de conectores a rosca muy usado para micrófonos en los equipos de audio.

de blindaje del cable, en una operación que será explicada más adelante.

La figura 137 muestra el sistema conector denominado comúnmente *R.C.A.* por ser tal empresa la que lo lanzó al mercado. Es del tipo enchufable y el macho tiene una corona metálica con cortes longitudinales para tener la elasticidad necesaria para realizar el contacto de masa. El contacto vivo lo hace la punta cilíndrica al entrar en el orificio de la pieza denominada hembra, que es la que va en el chasis, si bien hay conectores R.C.A. con machos y hembras para cables, en cuyo caso la hembra tiene un aspecto exterior similar a la pieza macho, sólo que lleva el agujero central.

Y ahora veamos el conector que se está imponiendo cada vez más y que responde a las normas alemanas DIN. Son conectores que dan un blindaje perfecto y que permiten conexiones de varios hilos, hasta siete. La figura 138 ilustra el modelo de 5 patas que es muy usado en grabadores pues permite entrada y salida de señal, ambas cosas en el sistema estereofónico, pues se usa la pata central de la serie como masa general y un par de patas laterales para los canales *I* y *D* de entrada y el otro par de patas para los canales *I* y *D* de salida.

Como hay varios tipos de conectores DIN para audio, damos en la figura 139 el código de conexiones de los diversos tipos. Para identificar la ubicación de las patas se aclara que la ficha macho se mira desde el lado frontal de las patas o que la ficha hembra se mira desde el lado opuesto a la entrada de la ficha macho, o sea desde su par-

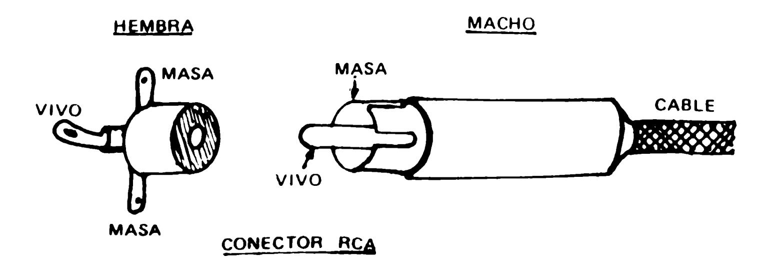


Fig. 137. Sistema de conectores unipolares enchufables del tipo llamado R.C.A. que se usan frecuentemente en grabadores.

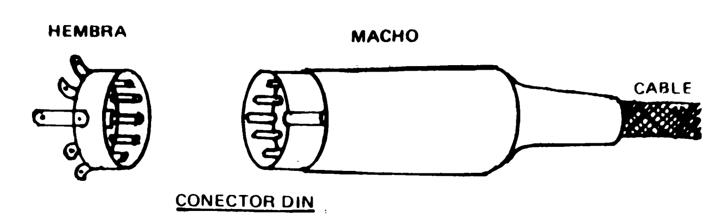


Fig. 138. Juego de conectores del tipo que cumple con las normas DIN y que le dan el nombre. Los hay con varias cantidades de patas.

te trasera. Hay en el cuadro de códigos fichas de dos hasta seis patas, distribuidas de diferente manera, que tienen usos bien definidos que se dan al pie de cada modelo y que deben respetarse si se quiere cumplir con las normas de fabricación.

En los conectores DIN hay juegos con macho para cable y hembra para chasis, juegos con macho para chasis y hembra para cable y juegos con ambas piezas para cables que se emplean en interconexiones volantes.

Interconexiones con conectores

La diversidad de orígenes de los grabadores y de otros equipos de audio presentan el problema de que al querer hacer las interconexiones necesarias se requieren puentes o cables cuyos conectores extremos no son del mismo tipo. En efecto, es común que los equipos de audio tengan fichas hembras para su interconexión a otro equipo, y por tanto se requiere un cable con una ficha macho en un extremo y otra ficha macho en el otro extremo, pero lamentablemente no siempre esas dos fichas son iguales como sería de desear.

Entonces deben prepararse puentes interconectores con extremos distintos en su aspecto pero no en la necesidad de realizar las conexiones. El primer paso es munirse de cables blindados con cubierta externa aislante, para evitar que la malla metálica al rozar con partes sensibles provoque contactos accidentales o ruidos. Hay cables monofilares, es decir con un solo cable vivo en su interior y una malla de blindaje que oficia de conductor de masa, y hay cables que tienen dos hilos vivos, cada uno con su malla de blindaje y una cubierta plástica única externa. Para los casos comunes en audio bastan esos dos tipos, pero existen cables multifilares, con o sin mallas de blindaje en cada uno de los hilos.

La primera operación para hacer interconexio-

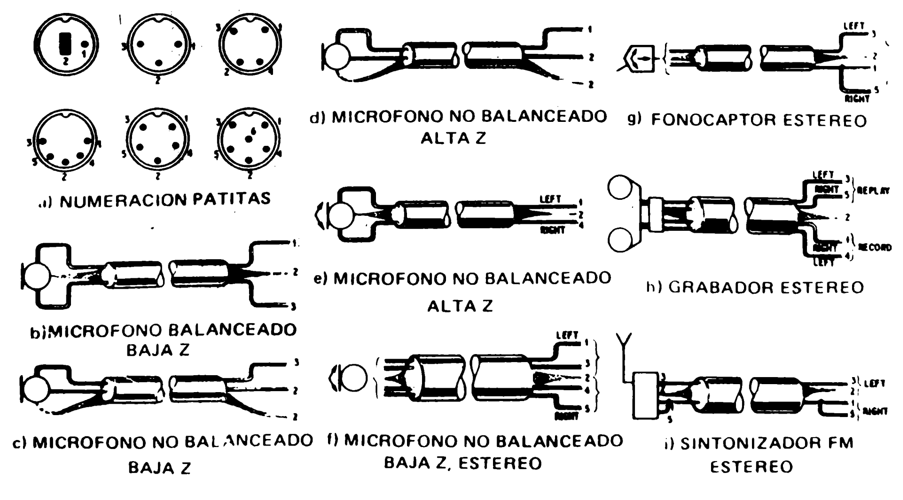


Fig. 139. Código de conexiones para los conectores del sistema DIN según sus aplicaciones, número y disposición de las patas.

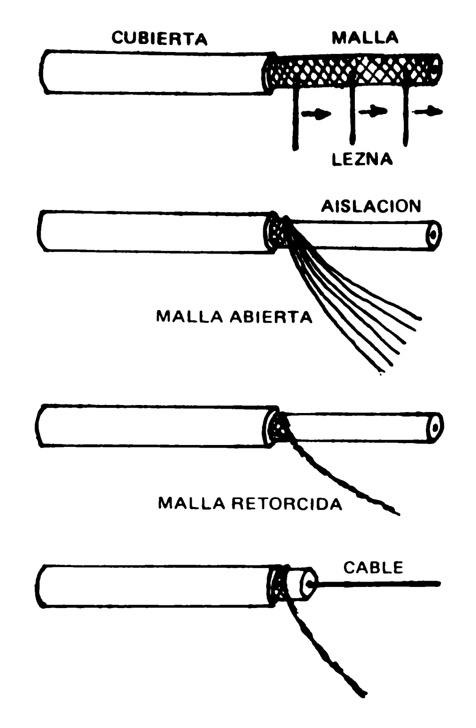


Fig. 140. – Forma de preparar el extremo de un cable blindado para su conexión a cualquier tipo de conector.

nes es preparar los cables, y para ello observemos la figura 140. Se trata de un cable monofilar blindado, pero el sistema se aplica al bifilar sin inconvenientes. Mediante un elemento cortante se retira un trozo de unos 2 centímetros de la cubierta plástica y quedará a la vista la malla metálica. Con la punta de una lezna u otro elemento punzante se comienza cerca del extremo y luego en dos o tres lugares más alejados de la punta y se introduce la punta del punzante y se la desplaza hacia el extremo, de manera de desenhebrar la malla, la que finalmente queda como se ve en la segunda ilustración. De inmediato se la retuerce para que forme un cable y con un elemento cortante o una pinza de pelar se quita la aislación al cable interior en 1,5 cm más o menos. De este modo tenemos los dos hilos a conectar a la ficha, el vivo o central y la malla o externa, que se introducirán en los orificios del conector, según el código que corresponda, y se soldarán a los mismos.

Ahora veamos algunos ejemplos de interconexión con conectores diferentes en los extremos del cable, porque los casos en que llevan el mismo tipo son más simples de resolver y para ellos sirven los que trataremos, ya que es cuestión de colocar en ambos extremos el mismo tipo de conector y seguir las indicaciones que daremos de inmediato.

Tomaremos dos ejemplos típicos en la actualidad. El primero es el caso de vincular dos fichas tipo R.C.A. a una entrada con ficha DIN de 5 patas, caso que mostramos en la figura 141. Este caso se presenta para conectar un tocadiscos estereofónico a la entrada de un grabador que tiene una ficha DIN de 5 patas, de las cuales usaremos para la interconexión solamente 3 de ellas, y como se trata de entrada para grabar la figura 139 nos marca usar las números 2 para masa y las 3 y 5 para los canales *I* y *D* respectivamente (ilustración H). No importa que las fichas R.C.A. tengan los machos o las hembras en el cable, pues existen ambos casos.

La primera operación consiste en preparar los extremos de los dos cables blindados en la forma como se mostró en la figura 140. Luego, se introducen los hilos vivos de los dos cables en los orificios 3 y 5 del macho DIN y las dos mallas trenzadas en el orificio 2. Los extremos de los cables que quedan entre la aislación y los orificios de la ficha deben ser lo más cortos posible, y la parte que queda a la vista debe llevar una envoltura de cinta plástica. Finalmente se desliza la cubierta plástica del conector para cubrir todas las conexiones realizadas y devolver la manuabilidad al conjunto. Acto seguido se procede en forma similar con el otro extremo del cable. Preparadas las puntas, se introducen los dos vivos en los orificios centrales de ambas fichas R.C.A. y las mallas se sueldan a las envolturas metálicas. Luego se envuelven las partes visibles de los cables con cinta plástica adhesiva y se corre la cubierta plástica de cada ficha.

Otro ejemplo es inverso del anterior pero con mayor cantidad de interconexiones. Se ilustra en la figura 142 y consiste en una ficha hembra DIN en el extremo izquierdo y dos pares de hembras R.C.A. en el extremo derecho, especificación válida para lo que encontramos en los chasis que se deben interconectar. Sería el caso de la salida de un grabador para un amplificador externo y al mismo tiempo la entrada a grabador de una fuente sonora como un tocadiscos o un sintonizador de F.M. estereofónica. Necesitamos dos cables doble-blindados. El par superior se conecta por sus vivos a las patas 3 y 5 del macho DIN porque es para reproduccón, o sea que va al amplificador externo. El par inferior es entrada para grabar, o sea que se conecta a las patas 1 y 4 de la ficha DIN macho, todo ello según esquema *H* de la figura 139. Las mallas se unen entre sí y, entresacando hilos para reducir su diámetro, se colocan en la pata 2 de la DIN.

HEMBRA RCA
MACHO RCA
DOBLE CABLE BLINDADO
MACHO DIN
3
5
2
4
1
HEMBRA DIN
EN CHASIS

Fig. 141. – Puente de interconexiones para vincular un sistema de fichas R.C.A. con otro que emplea fichas sistema DIN.

El otro extremo de los cables, el de la derecha, lleva cuatro machos R.C.A. y los dos superiores reciben en sus orificios los hilos vivos de los cables que provienen de los puntos 3 y 5 de la DIN y los dos inferiores los que provienen de las patas 1 y 4. Cada malla va a la envoltura de la ficha R.C.A. que le corresponde. Hecho eso se envuelven las partes que quedaron a la vista con cinta plásti-

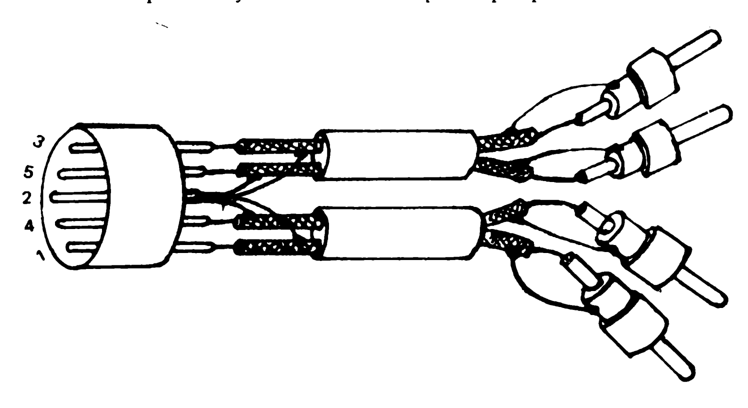


Fig. 142. – Otro caso de puente de interconexiones más complejo que el anterior pues incluye la entrada y la salida a un grabador.

ca adhesiva y se corren las envolturas para cubrir cada ficha. Evidentemente el par de cables superior y el inferior van a distintos equipos, ya que el de arriba va al amplificador para el grabador y el de abajo va a una fuente sonora, como se dijo.

Indicadores luminosos

Los grabadores suelen tener un indicador luminoso de encendido y algunos otros para indicar otra cosa. Se trata de pequeñas lamparitas que se alimentan con la tensión de la fuente interna cuando se cierra el interruptor que las gobierna. Otras lamparitas iluminan las escalas de los vúmetros, otras el compartimiento para las cassettes y hay todavía otros casos de refinamientos.

Estas lamparitas deben ser cambiadas cuando se queman y para ello hay que verificar la accesibilidad que presentan. Suele ser necesario quitar la tapa superior o inferior del grabador para llegar a la lamparita, en la cual se puede leer el tipo que le corresponde y que facilita el recambio. Las lamparitas suelen ser blancas, porque la coloración de la luz se obtiene con cubiertas externas coloreadas.

Día 13

Uno de los problemas que conspiraron contra la difusión de los grabadores de cinta en sus comienzos fue el de los ruidos de fondo que se colaban durante la grabación y aparecían en la reproducción, ruidos que se notan especialmente cuando se reproduce a niveles bajos y que se disimulan cuando se eleva el nivel final de salida. Este hecho ha mantenido ocupados a los laboratorios de investigación de las fábricas de grabadores y el resultado es la adopción de diversos sistemas reductores de tales ruidos, ya que no se puede hablar de supresores. Así se llegó a una situación en la que todos los grabadores desde cierto nivel de calidad para arriba poseen un sistema reductor de ruido que funciona según uno de los principios que resultaron de las investigaciones y en algunos de esos casos el dispositivo adoptado pertenece en forma exclusiva a la fábrica que lo usa mientras que en otras se incorpora mediante concesiones uno de los sistemas predilectos. El problema que se presenta en algunos casos es el de compatibilidad, ya que si se graba una cinta empleando un sistema reductor de ruidos se la debe reproducir en el mismo sistema o en uno que tenga compatibilidad con el anterior. Este problema se presenta cuando se usan cintas vírgenes para grabarlas y no cuando se pasan cintas pregrabadas, caso de las cassettes y magazines, puesto que en tales casos la acción sobre los ruidos se puede ejercer en la reproducción. Estos comentarios iniciales nos colocan frente al tema de la presente jornada y podemos ya afrontarlo.

RUIDOS EN LA CINTA – EL SISTEMA DOLBY

El problema del ruido en las grabaciones magnéticas es inherente al sistema y por lo tanto no se puede pensar en suprimir sus causas. Ya en la figura 32 anticipamos en el gráfico mostrado que hay dos zonas de ruidos, una en bajas frecuencias, alrededor de los 50 Hz, que corresponde al zumbido de alterna que se cuela por el sistema, y otra en altas frecuencias, que comienza por arriba de los 2 KHz y sigue hasta el fin del espectro. Este segundo ruido se llama soplido y aparece por varias causas concurrentes, la más importante de las cuales se debe a la señal de polarización de la cinta. Es evidente que el zumbido puede ser tratado mediante perfeccionamiento constructivo, ya que es cuestión de mejorar los blindajes, la distribución de partes y extremar prolijamente la técnica del armado. Pero en cuanto tratamos el tema del soplido, el problema cambia de aspecto y adquiere carácter importante.

El soplido de fondo

Una de las características curiosas del soplido de fondo en la grabación magnética es que el mismo se nota cuando el programa se pasa a bajo nivel. En efecto, si se graba un programa proveniente de un tocadiscos o una audición radial, alimentando la cabeza grabadora con un nivel de audio que llega al máximo de la escala, y no hay altibajos durante el programa, no se percibirá el soplido al reproducir esa cinta, pero si el nivel de grabación se mantiene por debajo del máximo, o el programa tiene grandes variaciones de nivel, al reproducir esa cinta se notarán partes sin soplido, las de alto nivel, y partes con soplido perfectamente audible, las partes de bajo nivel.

Hay cintas de mayor calidad en las que se ha logrado reducir el efecto del soplido de fondo, pero como contrapartida aparece el hecho de que con

ellas se puede mejorar el espectro de grabación, extendiéndose hacia las frecuencias más altas, en cuya región del espectro precisamente aparece el soplido como más pertinaz. No olvidemos que una de las causas del soplido de fondo está en la corriente polarizadora de la cinta, la que tiene una frecuencia del orden de los 50 KHz, y cuanto más nos vamos acercando a esa frecuencia mayor será el soplido de fondo.

Clasificación de supresores

En la aplicación de reductores de soplido de fondo se puede hacer una clasificación de los métodos en dos grandes categorías: la de los sistemas que codifican la señal a grabar y la de los que tratan la señal ya grabada al reproducirla. El primer grupo requiere, como es lógico, un sistema decodificador al reproducir, ya que si se introducen cambios en la señal, los mismos deben ser revertidos al querer reproducir la señal grabada. Cuando el tratamiento se realiza en una señal ya grabada no importa el tipo de equipo que se empleó para grabar, ya que el reproductor inserta los reductores de ruido sobre la misma. Surge de estas consideraciones que cuando se emplea un equipo grabador para grabar y reproducir, y el mismo está provisto de un supresor de soplido, no hay problema, pero cuando se adquiere una cinta grabada en la que se introdujo un supresor codificado, la reproducción se realiza sin inconvenientes si el reproductor tiene un decodificador compatible con el usado en la grabación. Por ejemplo un programa grabado con el codificador del sistema *ANRS* puede reproducirse con el decodificado del sistema Dolby. Evidentemente esta mención de sistemas se anticipa un poco al texto que sigue, pero se ha hecho para aclarar la situación

Los sistemas más importantes que procesan la señal durante la grabación y luego invierten el proceso para restaurar las condiciones originales durante la reproducción con el *DBX*, el *ANRS* de la empresa *JVC* y el *DOLBY* ideado por Ray Dolby y que actualmente se ha impuesto notablemente, especialmente en los sistemas a cassette.

Los sistemas que actúan sobre la cinta grabada, introduciendo correcciones que ellos mismos decodifican para la reproducción tienen dos exponentes denominados *DNF*, uno usado por la PHILIPS y otro por la BURWEN. Hay también el llamado autocorrelador de fase lineal, un sistema muy sofisticado que no se ha difundido.

Para distinguir en forma específica a los dos sistemas se los ha denominado: de un paso y de dos pasos. Los de un paso son los que tratan la señal ya grabada y los de dos pasos son los que codifican durante la grabación y decodifican en la reproducción. Es evidente que el problema de compatibilidad se presenta únicamente en los sistemas de dos pasos y hubieran tenido problemas en su difusión pero la popularización del *DOLBY* hace que tal situación hoy en día no sea importante.

El compander de la DBX

Todo sistema de dos pasos no elimina el ruido en el programa sino que actúa como preventivo, ya que codifica la grabación y decodifica la reproducción, es decir que procesa ambas operaciones sin interesar si se presentará o no el soplido de fondo.

El sistema *DBX* de la compañía norteamericana de ese nombre introdujo un dispositivo al que se denominó *compander*, que define a la combinación de un compresor como codificador y un expansor como decodificador. Atendiendo al hecho de que el problema se presenta con las señales de bajo nivel, se comprime el rango o grado de amplificación durante la grabación para achicar el rango dinámico y poder trabajar con un techo más alto, en cuyo caso el soplido será menos perceptible. Al reproducir se expande el grado de amplificación para obtener el rango dinámico original y entonces el soplido será de menor nivel. La compresión-expansión utilizada puede ser de distinto grado como 2:1, 3:1, etc. Aclararemos esta explicación, pero antes hay que hacer unas consideraciones previas.

La figura 143 nos servirá para explicar la acción del compander, pero sobre ella hay que hacer unas aclaraciones. Si una señal se amplifica, su nivel crece en sentido positivo y si se reduce, su nivel disminuye. Mirando el gráfico, una señal aumenta de valor cuando está representada más lejos de la base horizontal y decrece cuando se acerca a esa base. Pero si en vez de hablar de amplitudes de señal nos referimos al grado o rango dinámico, que es el espacio comprendido entre los dos gráficos límites, el superior y el inferior, que encierran una gama de señales de diferentes amplitudes, ese grado de amplificación se comprime cuando las curvas extremas están más cerca y se expande cuando están más lejos.

Esto nos lleva a evitar confusiones, pues si se está hablando de una señal, para ella las palabras amplificación y expansión significan lo mismo y quiere decir que la señal aumenta de valor. Si se reduce o disminuye, o se comprime, quiere decir que la señal pierde amplitud o valor. En cambio, si se habla del rango o grado de amplificación, es-

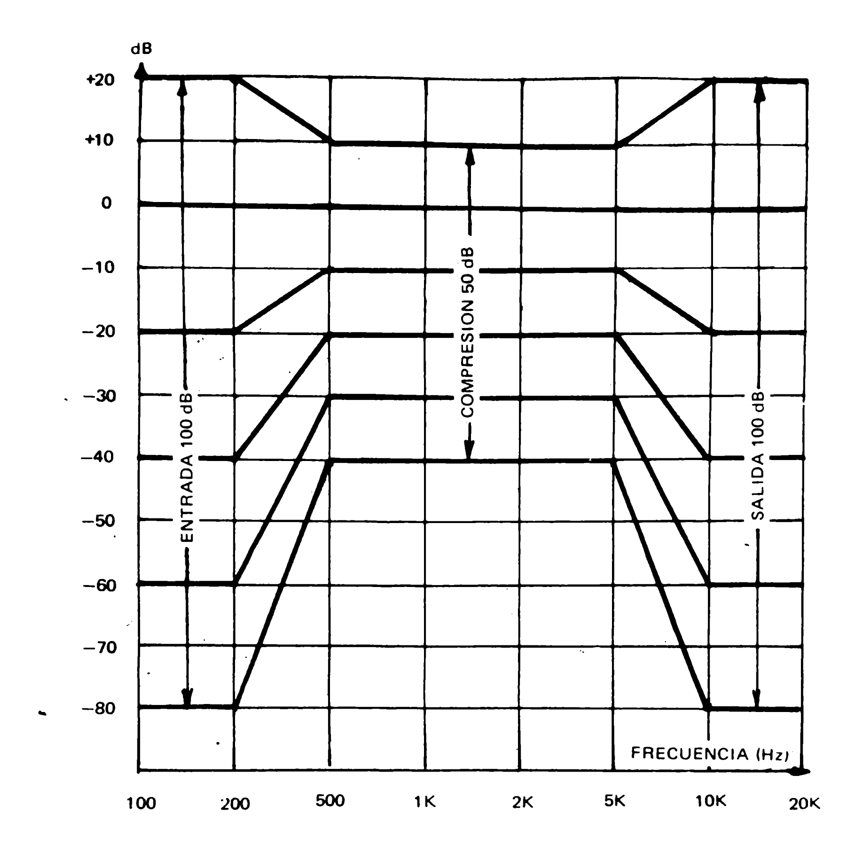


Fig. 143. – Gráfico que muestra la compresión de amplificación que introduce un compander de relación 2:1 que actúa diferencialmente según el nivel de la señal.

tamos refiriéndonos a la diferencia entre las señales más fuertes y las más débiles, o sea al espesor de la franja que separa los gráficos extremos. Si el grado de amplificación se expande aumenta la diferencia o distancia entre los gráficos extremos superior e inferior y si el grado se comprime, se reduce tal diferencia.

Ahora prosigamos con el tema y encaremos la figura 143, que muestra la acción de un compander de relación 2:1. Antes de actuar la compresión el rango dinámico es de 100 dB, cuando actúa la compresión ese rango se reduce a 50 dB y luego la expansión lo lleva nuevamente a los 100 dB originales. Si observamos el gráfico de las señales, cada uno al entrar en la compresión se lleva a la mitad de distancia del eje cero, y después, al llegar la expansión, se lleva el gráfico al doble de distancia a ese eje. Para hacer ese desplazamiento del gráfico tenemos que aumentar el valor de la señal o sea amplificarla; en cambio, el grado o rango de amplificación se reduce. Aquí está lo que aparenta ser una contradicción, pero que no lo es, pues ya advertimos sobre la diferencia conceptual entre señal y rango dinámico.

Entonces, las señales más débiles, al actuar la compresión, son más amplificadas que las fuertes. Por ejemplo, las señales de −80 dB se llevan a −40 dB con amplificación de 40 dB. Las señales de −60 dB se llevan a −30 dB con ganancia de 30 dB. Las de −40 dB se amplifican en 20 dB y pasan al nivel −20 dB y las de −20 dB pasan al de −10 dB, con amplificación de solo 10 dB. Las señales más fuertes, que tienen un nivel de 20 dB, se reducen a 10 dB. En la expansión del grado de amplificación al reproducir las señales, se llevan las mismas a su nivel original mediante reducción de sus amplitu-

des. El ruido de fondo en esta doble operación queda reducido a la mitad de su amplitud original.

Para realizar la compresión y expansión de la señal en el procedimiento antes descripto se emplean unos amplificadores especiales, cuya ganancia se varía por la acción de una tensión, los que reciben el nombre de *VCA* (de: *voltage control amplifier*) y que actúan combinados con detectores encargados de medir el nivel de la señal y producir la tensión que dará la ganancia conveniente al amplificador, según las bases expresadas en la figura 143.

Los companders tienen algunos inconvenientes funcionales que han limitado su adopción por parte de muchas fábricas de grabadores. Uno es el hecho de que si las constantes de tiempo de los grupos detector-amplificador no se ajustan muy prolijamente, el detector deja pasar señales de muy baja frecuencia, las que modulan al resto del programa con un zumbido de tono bajo. Otro inconveniente es que cuando la señal de entrada es de muy bajo nivel la ganancia del *VCA* se hace muy grande y amplifica cualquier ruido residual que se haga presente.

La empresa diseñadora ha introducido cambios en el sistema *DBX* para aminorar los defectos enunciados. El problema de las señales de entrada de baja frecuencia se aminora mediante el uso de tiempos de ataque variables, de tal manera que el sistema responda rápidamente a los cambios grandes de nivel y lentamente a los cambios pequeños. Para reducir el efecto que ocurre en las muy bajas señales de entrada se emplea un preénfasis de alta frecuencia antes de la compresión y un deénfasis después de la misma. Gracias a estos perfeccionamientos este sistema se presenta en el mercado como un competidor del *DOLBY* y el futuro dirá su última palabra.

El sistema ANRS

Basado originalmente en el uso de companders y mejorado después con un procedimiento similar al usado en el *DOLBY*, en cuyo caso se lo llamó *super ANRS*, se diseñó un sistema reductor de soplido de fondo para aplicar a grabadores. Su poca difusión y el hecho de que funciona en forma similar al *DOLBY*, nos permite eludir su descripción para englobarla en la del que sigue, que es actualmente el más popular.

El sistema DOLBY

La base en que sustenta su acción el sistema *DOLBY* es que ya que las señales de alto nivel o *fortísimos* enmascaran el soplido hasta el punto que lo hacen imperceptible, un sistema reductor de éste debe intervenir solamente en las señales de bajo nivel o *pianísimos*. Entonces las señales débiles deben ser amplificadas durante la grabación y luego reducidas a su nivel normal durante la reproducción. Por ejemplo, durante la grabación, si la señal tiene un nivel igual al soplido y aumentamos el nivel de ésta en 10 dB tendremos una diferencia de esos 10 dB a favor de la señal que se mantiene durante el proceso. Al reproducir le rebajamos esa ganancia de 10 dB a la señal pero ya hemos producido la diferencia señalada y tendremos el soplido con un nivel más bajo en 10 dB que la señal débil.

Otra particularidad del sistema *DOLBY* es que el tiempo de acción del compresor es variable, de modo que si el nivel de la señal aumenta en forma apreciable, ese tiempo de acción del compresor es tan breve como para impedir la sobrecarga del sistema. Si el nivel disminuye también se reduce el tiempo de actuación del compresor con lo que se lleva al mínimo la deformación en frecuencias bajas. El sistema *DOLBY* así presentado obtuvo inmediata aceptación en la industria, pero debió ser simplificado para su difusión masiva. Entonces al primero se lo llamó *DOLBY A* y se presentó el *DOLBY B* que es el que se emplea masivamente en grabadores a cassette y que tiene para nosotros particular interés por estar incluído en el circuito que presentamos en las páginas 136-137.

Como el principio de acción de los tipos *A* y *B* es completamente similar, seguiremos con la descripción, y si recordamos la figura 143 encontraremos similitud con el compander, pero a poco que se analice se verá que hay diferencias muy importantes. En efecto, vayamos a la figura 144 que da el gráfico de acción del *DOLBY* y comenzaremos a ver las diferencias. En primer lugar se amplifican las señales débiles, pero al mismo tiempo se hace una discriminación de frecuencia, pues la acción amplificadora se hace más enérgica en la zona del espectro donde el soplido es más notable.

Por ejemplo, una señal de -40 dB se amplifica a -28 dB en la zona de los 7 KHz que es la más notable con respecto al soplido. Una señal de -30 dB se amplifica a -20 dB en la zona de los 3 KHz. La señal de -20 dB se amplifica a -15 dB en la zona de los 2 KHz y la señal de -10 dB se amplifica a -8 dB en la zona de 1,8 KHz.

Dicho de otra manera, una señal fuerte de -10 dB sufre un aumento de 2 dB que actúa desde los 500 Hz hasta los 10 KHz; una señal de -20 dB, de algo menor nivel que la anterior, se aumenta en 5 dB y la acción se efectúa desde unos 500 Hz hasta

••

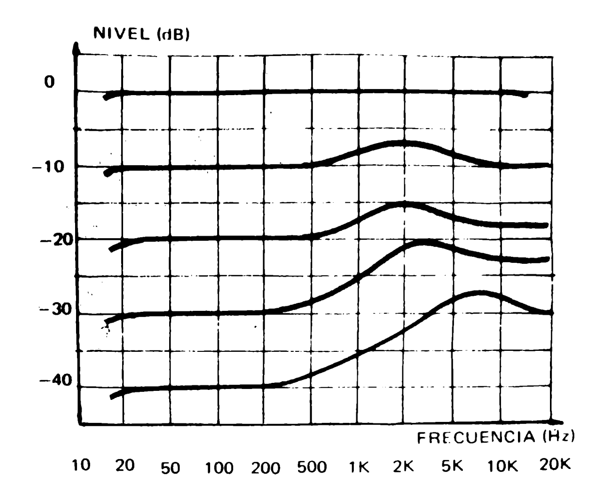


Fig. 144. Gráfica que muestra la manera de actuar del sistema DOLBY, produciendo una ganancia en la amplitud de las señales de niveles bajos al mismo tiempo que actúa una discriminación de frecuencias.

el fin del espectro utilizable. Así siguiendo, una señal de –30 dB, que ya es débil, tiene una amplificación de 10 dB que actúa desde los 200 Hz hasta el fin del espectro utilizable y una señal muy débil, de –40 dB se somete a una amplificación de 12 dB en la frecuencia de 8 KHz, y una de 8 dB a 2 KHz; esta acción se comienza en los 200 Hz y se sigue hasta el fin del espectro.

Se desprende del gráfico que la acción del *DOLBY* depende de dos factores: la amplitud y la frecuencia de la señal. Es mayor a niveles más bajos y a frecuencias más altas. Desde el punto de vista comparativo nótese que el compander cumplía con la premisa de ser mayor a niveles menores pero no ofrecía discriminación de frecuencia.

Obsérvese que una señal para grabar llega al sistema *DOLBY* y según sea su nivel entra en un amplificador que le aumenta su nivel, pero tal amplificador actúa con diferente factor de amplificación según sea la frecuencia. Entonces: se harán amplificadores escalonados a los cinco niveles dados en la figura 144 y en el diseño de los mismos se les proveerá de un factor de amplificación que dependa de la frecuencia de las señales. O sea que los amplificadores de cada escalón tienen distinta curva de respuesta.

La figura 145 esquematiza en forma muy sintética el dispositivo *DOLBY* para grabar, a la izquierda y para reproducir a la derecha. La señal proveniente de la fuente sonora llega al sistema y parte de ella, la que es de alto nivel, sigue su camino sufriendo un proceso de amplificación normal (*camino A*). Las señales débiles entran además a uno de los escalones que tiene un amplificador adicional (*camino B*) que le impone un aumento de valor que depende de cuál escalón sea y luego la entrega al camino principal *A*. Para la reproducción sigue el camino indicado *A* + *B* ya que tenemos una señal compuesta y al salir del amplificador parte de ella es enviada a la entrada para comprimirla y deducir la parte agregada *B* y obtener como resultante la parte *A* solamente.

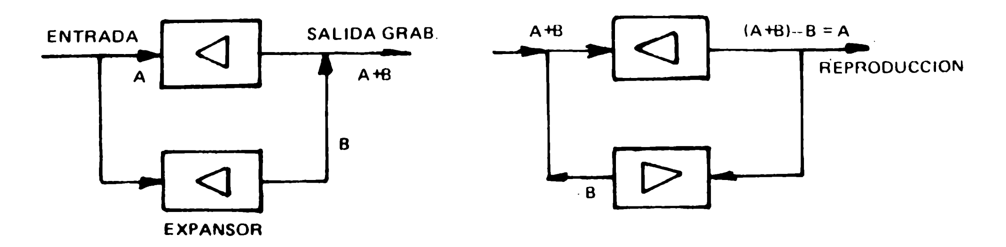


Fig. 145. Principio básico de acción del sistema DOLBY en los procesos de grabación y reproducción del sonido en grabadores a cassette.

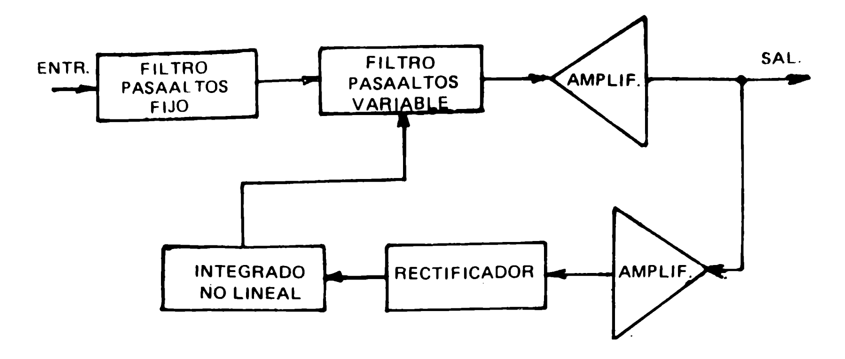


Fig. 146. – Actuación de la rama de compresión de la figura 145 derecha, que actúa durante la reproducción del sonido en el grabador.

Es lógico que el esquema completo tendrá cuatro escalones adicionales de expansión y compresión en lugar de uno solo y resultará así un sistema complejo, para que realice la acción selectiva de amplitud que determina la entrada a cada escalón, y ya en él la acción discriminadora de frecuencia, para que ese escalón actúe en una frecuencia central que es la dada en los gráficos de la figura 144. Un circuito sintético del sistema *DOLBY* para la parte de reproducción se esquematiza en la figura 146. Hay allí un rectificador que toma parte de la señal de salida, complejo de señales sin y con expansión, y la rectifica para obtener diferentes umbrales de polarización para que actúen los compresores, uno en cada nivel de señal. El resultado de este complejo efecto se envía a un circuito integrado selector y se aplica finalmente a un filtro pasabajos selectivo que recompone la señal con sus amplitudes relativas originales o sea antes de que el proceso efectuado en la grabación produzca las expansiones mencionadas. Para tener una idea de lo complejo del sistema recomendamos al lector dar un vistazo al circuito general de páginas 136-137, en el que, abajo y a la izquierda se tiene el circuito completo *DOLBY* para los dos canales del amplificador estereofónico. Allí veremos que el problema se ha solucionado mediante circuitos impresos.

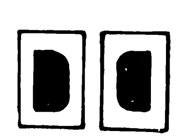


Fig. 147. – La sigla que identifica a las cassettes que fueron grabadas mediante el sistema DOLBY.

El DOLBY en cassettes

Los grabadores a cassette que incorporan el sistema *DOLBY* para reducir el ruido de fondo de la grabación, tal como lo hemos comentado, tienen una indicación de tal detalle en el frente, para advertir a su poseedor. Inclusive, generalmente tienen una llave que incorpora o no al sistema supresor. La razón de tal indicación es que cuando se usa el grabador para grabar una cassette virgen, se la puede grabar con o sin el sistema supresor *DOLBY*, y esa elección depende de si la cassette se va a conservar o se entregará a otra persona, la cual puede tener un grabador sin el *DOLBY*, en cuyo caso es preferible grabar sin el supresor.

Otro caso es cuando se compran cassettes pregrabadas, las que pueden ser de las comunes o grabadas bajo el sistema *DOLBY*, las que tienen en su parte frontal el símbolo de dos letras *D* enfrentadas (figura 147). También se identifican con la leyenda *DOLBY-system*. Si una cassette *DOLBY* se pasa con un grabador que posea el sistema, es cuestión de colocar la llave correspondiente en la posición indicada (recordar figura 126). Pero si el grabador no tiene sistema *DOLBY* puede pasarse esa cassette rebajando el nivel de los agudos. Este detalle introduce una mejora en la reproducción porque el soplido está en la zona de los agudos y al rebajar el nivel allí se reduce automáticamente el soplido.

Recepción de F.M. con DOLBY

El sistema de transmisiones radiales en frecuencia modulada (F.M.) presentó un panorama nuevo en la radiodifusión, ya que la calidad del sonido que puede escucharse en los receptores es total-

mente diferente por dos grandes razones. La primera es que al tener limitadores de amplitud, se cancelan los ruidos que son casi imbatibles en los sistemas de radio con modulación de amplitud. La segunda razón es que el espectro de audio que puede transmitirse y escucharse tiene mucha mayor amplitud; ello se debe a que el ancho de modulación usado en A.M. es de sólo 10 KHz, lo que da como frecuencia máxima de audio 5 KHz, mientras que en F.M. se tiene un canal de 75 KHz de ancho. A las ventajas señaladas se agrega el hecho de que en F.M. se ha ideado un sistema de emitir programas estereofónicos usando una codificación especial a la que se denominó *multiplex* (*MPX*) y por ende es posible escuchar estereofonía por radio.

Las transmisiones se hacen en nuestro medio siguiendo las normas americanas, que difieren en algo de las normas europeas. Una de las diferencias que deben mencionarse es la del *deénfasis* o compresión de la gama de audio que se hace en el transmisor y que requiere un *preénfasis* en el receptor para recuperar el realismo en el sonido. Si medimos esa compresión por la constante de tiempo de un conjunto *R-C*, ya que es lo usual, en las normas americanas se emplea un índice de 75 microsegundos y en las europeas se usan 50 microsegundos. Todo esto parecería que nada tiene que ver en un libro sobre grabadores, pero el caso es que es común grabar en cintas los programas de F.M. precisamente por la calidad de sonido que ofrecen.

Cuando se incorporó el sistema supresor *DOLBY* a los grabadores a cassette se presentó el problema del deénfasis en la señal irradiada y el mismo autor del sistema, Roy Dolby, propuso reducir el deénfasis a 25 microsegundos para poder grabar los programas en equipos provistos de su supresor. Como no se puede condicionar un sistema de transmisión a los requerimientos de un accesorio, se pensó en usar adaptadores que redujeran el deénfasis de 75 a 25 microsegundos. Así tenemos los circuitos de tales adaptadores, los que veremos de inmediato.

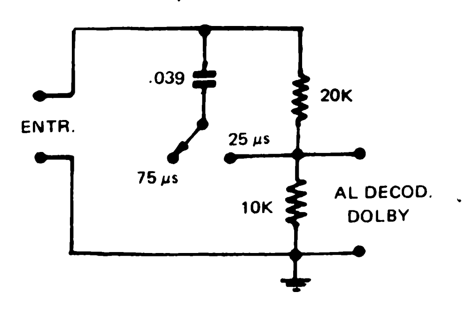


Fig. 148. – Un compensador del deénfasis que tienen los sintonizadores de F.M. para grabar programas en cassettes.

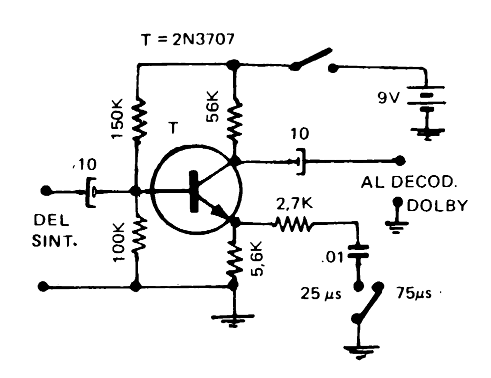


Fig. 149. – Circuito del compensador más completo que el anterior para grabar programas de F.M. en cintas magnéticas.

Para receptores de F.M. que tienen impedancia de salida del sintonizador menor que 2000 Ohms, puede usarse como adaptador el circuito que vemos en la figura 148, que tiene una llave simple que permite usar el receptor en audición directa, con tal llave abierta, y pueden grabarse programas en cinta cerrando la llave. La salida del dispositivo va a la entrada del decodificador *DOLBY*, que es la del grabador en la posición grabación.

Cuando el sintonizador tiene a la salida una impedancia mayor que 2000 Ohms, hay que insertar una etapa *buffer* o de tratamiento de bajas frecuencias, cuyo circuito se ve en la figura 149. En realidad el circuito contiene las dos partes, la del adaptador y la de buffer y tiene la llave de 25-75 microsegundos para usar el sintonizador para grabar o para escuchar programas de F.M. respectivamente. Como el dispositivo requiere la alimentación del transistor, puede usarse una pequeña batería de pilas de 9 V.

Sistemas supresores de paso único

Hasta aquí hemos tratado los reductores de soplido de fondo que actuaban en dos pasos, una acción en la grabación y otra de efectos contrarios en la reproducción. Durante mucho tiempo se trabajó en disposiciones que permitieran actuar sobre el soplido directamente en la reproducción, para hacer más simple al sistema y poder colocarlo en grabadores que no necesitaran alguno de los supresores de dos pasos como el *DOLBY*.

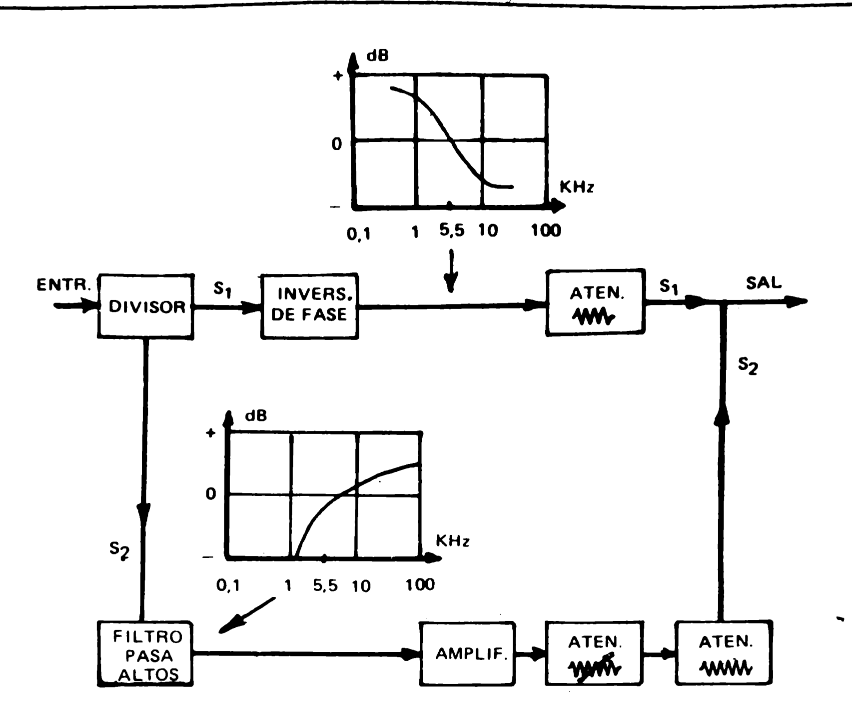


Fig. 150. – Principio operativo del supresor de un solo paso tipo DNF de la Philips que se incorpora a la sección reproducción del grabador.

El resultado de esas investigaciones ha sido hasta ahora el de los tres sistemas que están en uso, dos que se designan con la sigla *DNF* y el tercero que se conoce como autocorrelador.

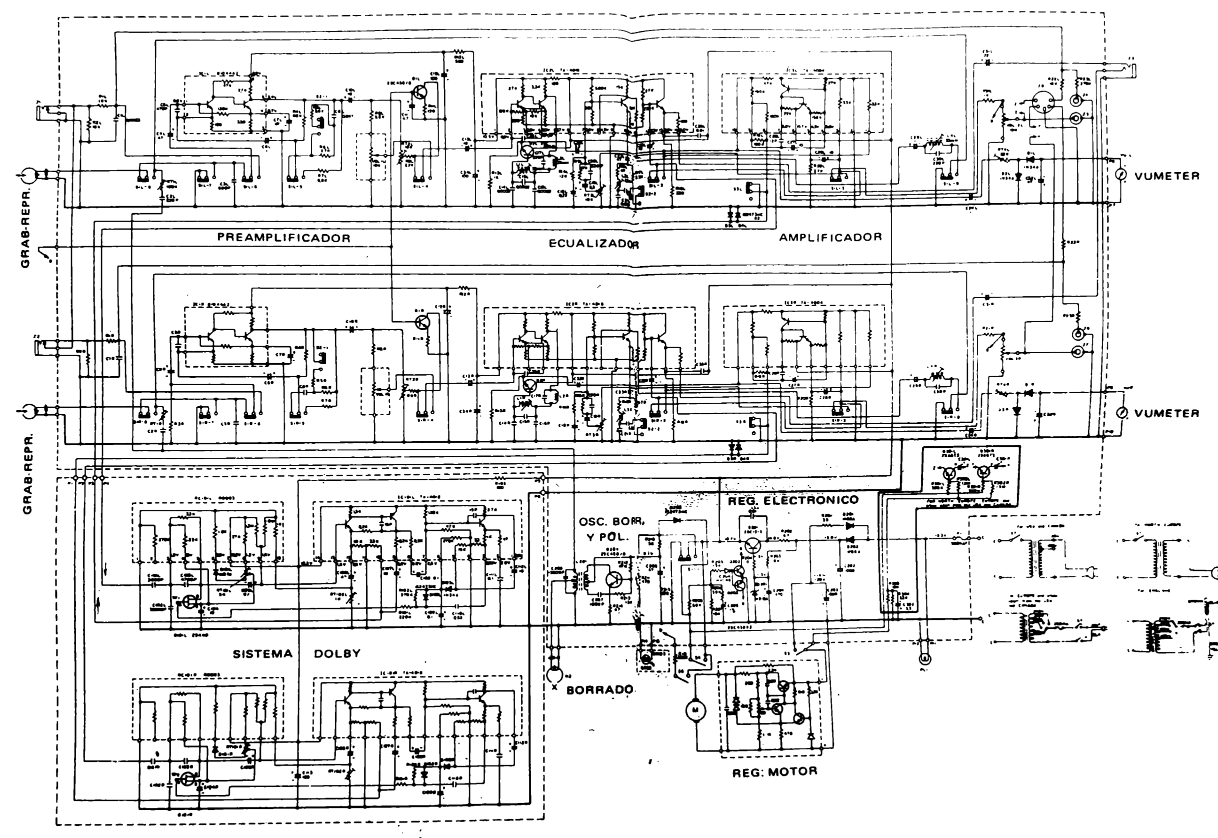
Comencemos por analizar el *DNF* que pertenece a la Philips, y cuyo diagrama esquemático mostramos en la figura 150. En esencia se trata de usar filtros pasabajos dinámicos que reducen la ganancia de la señal a partir de cierta frecuencia para la cual comienza a hacerse notar el soplido de fondo. La señal de entrada se envía por dos caminos que finalmente convergen nuevamente. La S_1 va por el circuito superior, donde hay un filtro pasabajos sintonizado a 10 KHz que atenúa todas las señales cuyas frecuencias superan los 5,5 KHz. La señal S_2 va por el desvío inferior, el cual tiene un filtro pasaaltos que da paso a las señales que superan esa frecuencia de 5,5 KHz. Además, hay atenuadores en ambas ramas, pero en la inferior es del tipo selectivo que actúa para señales débiles que no alcanzan a enmascarar el ruido de fondo. Al atenuarlas, ese ruido se reduce juntamente con la señal. Luego al seguir su camino, a la señal puede dársele un incremento de amplitud, pero ya se ha producido la amortiguación sobre el ruido.

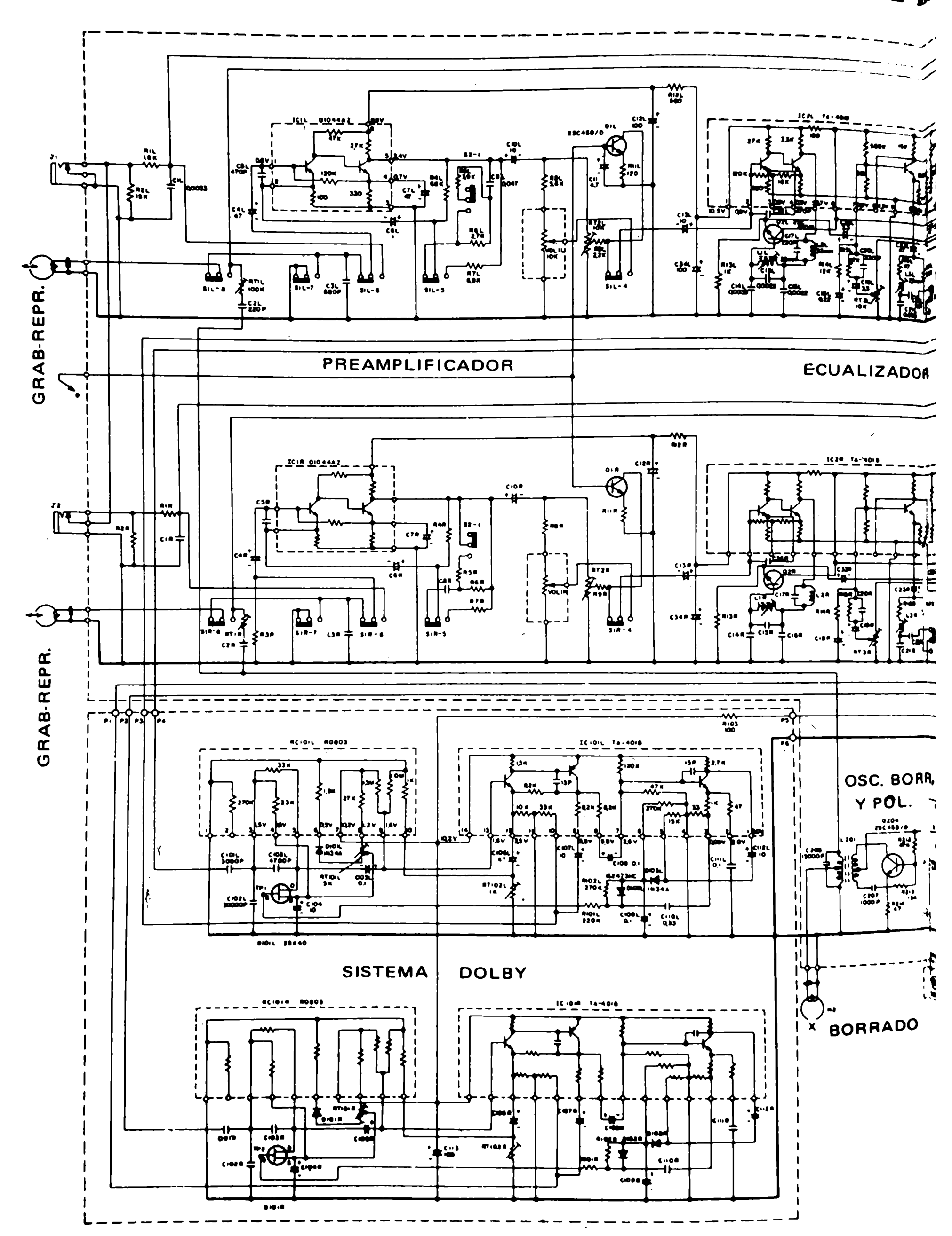
Similar al descripto es el *DNF* de la Burwen pero el mismo puede ser usado para cintas y discos. Tiene también filtros selectivos y atenuadores, pero las constantes del circuito detector son críticas. Los filtros deben abrirse para dejar paso a un efecto transitorio y deben cerrar el paso en cuanto aparece una señal de soplido. Es decir que los lapsos de apertura y cierre se hacen variables de acuerdo con la magnitud del cambio que presenta la señal. Mediante este artificio brinda una reducción de ruido del orden de 5 hasta 14 dB sobre cualquier fuente de programa, ya que esta última es la propiedad de los supresores de un solo paso.

El autocorrelador es un sistema muy sofisticado que acude a medios electrónicos para diferenciar la música y el ruido, evaluando sus formas de variación para poder separarlas convenientemente, introduciendo compresión en el ruido y expansión en la música para lograr introducir una diferencia de niveles que aleje cada vez más la presencia del

soplido dejando más limpía la música. Una variante de este sistema hace la distinción entre la música y el ruido basándola en que los tonos musicales tienen descensos graduales mientras que los ruidos tienen frentes de onda abruptos. Con esa premisa se diseñan filtros selectivos de carácter electrónico que separan los ruidos de la música y pueden ser eliminados los primeros y recuperada la segunda. Estos sistemas no están muy difundidos y sólo se los encuentra en equipos costosos.

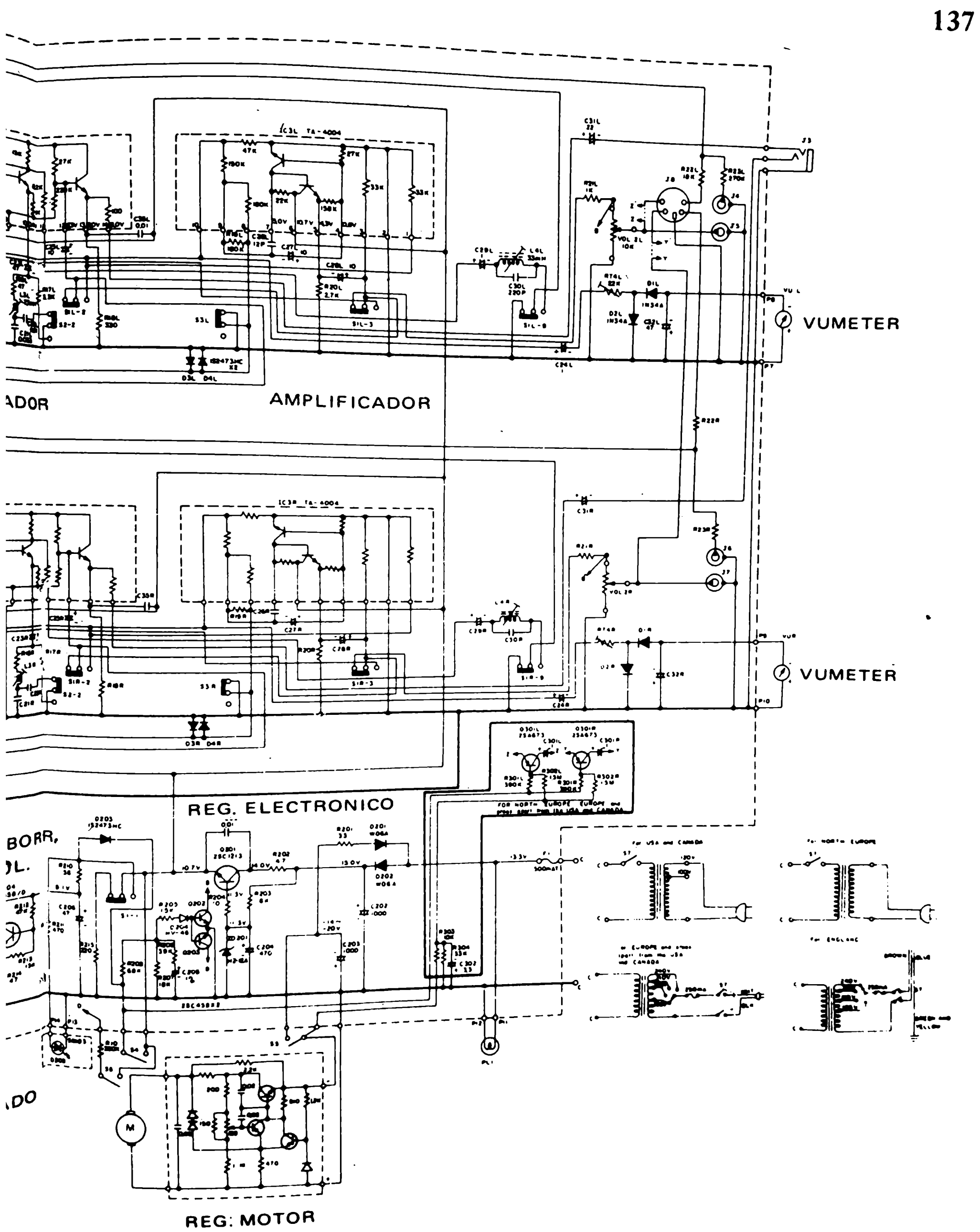
GRABADOR A CASSETTE HITACHI MODELO D 2330





PREAMPLIFICADOR
ECUALIZADOR
GRAB-REPR.
GRAB-REPR.
SISTEMA DOLBY
OSC. BORR. Y POL.
BORRADO

E HITACHI MODELO D 2330



Día 14

Después de analizar en el último capítulo los sistemas reductores del ruido de fondo, tan típico en los grabadores, puede decirse que hemos completado la descripción de las partes internas de los mismos, descripción que se hizo detallada para los modelos más difundidos. El lector conoce entonces al grabador, por dentro y por fuera, y sabe qué es lo que puede esperar de cada tipo en materia de comodidad operativa y de calidad de los programas que pueden grabarse y reproducirse. Ha llegado entonces el momento de usarlo, para lo cual conviene antes encarar el método operativo para grabar programas de distintas fuentes y para sobregrabar efectos especiales. Cada grabador trae un folleto explicativo del manejo, pero no se ocupa del procedimiento de combinarlo con otros grabadores o con distintos equipos que entregan sonido y que puede ser grabado. Por eso hemos agrupado en un capítulo todas esas referencias que ayudan al poseedor de un grabador magnético a usarlo y a obtener de él todas las posibilidades, las que son muchas y hasta es seguro que el lector encontrará otras y las aplicará, porque estos aparatitos entusiasman y su dueño puede fácilmente realizar experimentos con él, especialmente si tiene las bases generales que son las que le daremos en la presente jornada. Y como ya tenemos planteado el tema sólo resta encararlo para cumplir con el objetivo que nos hemos propuesto.

GRABACION DE PROGRAMAS

Cuando se adquiere un grabador lo primero que se hace es leer el prospecto que lo acompaña a efecto de poder utilizarlo correctamente, pero allí nos encontraremos con que la fábrica no contempla las innumerables situaciones que se le presentan al usuario al querer adaptar el aparato a un equipo que se integra con otras unidades que provienen generalmente de distintas fábricas. La técnica de la adaptación no puede venir indicada en el folleto técnico porque es interminable. Y a ello se agrega una cantidad de interconexiones que pueden hacerse con aparatos existentes, antiguos o modernos, pero que están en buen uso. Y el panorama se hace más complicado si pensamos en todas las posibilidades que tiene el poseedor de un grabador para insertar en un programa grabado efectos sonoros, comentarios explicativos y otra serie de variantes.

La sola enumeración precedente nos dice que estamos frente a un mundo de posibilidades y que podemos sacar provecho del mismo si tenemos los conocimientos básicos, a los que se agregan los resultados de nuestra propia experiencia. Al encarar la técnica de grabación de programas sólo podremos dar las normas generales y algunas ideas, ya que sería imposible detallar todos los casos y cosas posibles.

Antes de entrar en materia debemos decir que la metodología de la grabación se materializa con las bases teóricas en una pequeña medida, y con el resultado de la experiencia en una mucho mayor proporción. Para aprender a grabar hay que grabar!. . . En tal intento se inutilizarán algunos rollos de cinta pero finalmente se irán obteniendo resultados, al principio regulares o buenos y con el tiempo sorprendentes.

De acuerdo con tales consideraciones daremos las normas generales que rigen el proceso de grabación de programas, con ejemplos que servirán de orientación, y con sugerencias acerca de muchos asuntos vinculados con la grabación misma. El resto lo debe poner el lector usando su grabador.

Lo que sí es importante es que tales normas generales deben ser respetadas pues son la condición primordial y si no se las respeta no se pueden esperar resultados. Todas las iniciativas que pueden intentarse deben cumplir con los requisitos básicos, y tienen validez como variantes o agregados, pero deben quedar comprendidas en las reglas del buen uso del grabador, que no son prescindibles. Al ir analizando las condiciones generales se explicará la razón de cada una y las limitaciones que tiene.

Condiciones generales

Para grabar un programa en una cinta hay que tener en cuenta una serie de condiciones que rigen la técnica a emplear y que se traducen en la calidad y rendimiento del trabajo. Las más importantes se refieren a la adaptación correcta de los implementos, a someterse a los valores en juego, a respetar las indicaciones que vienen con los equipos y a limitarse a las posibilidades que cada conjunto brinda. Sobre cada una de estas condiciones generales haremos una reseña para orientar al lector.

Adaptación en interconexiones. Cuando se desea interconectar dos equipos deben respetarse las impedancias que existen en los puntos de unión. Por ejemplo, un micrófono tiene una impedancia interna que es baja en los tipos dinámicos y alta en los de cristal y si se debe aplicar a la entrada de un grabador el mismo debe tener en ese lugar la impedancia adecuada para realizar la interconexión. Si hay disparidad puede recurrirse a otro micrófono o usar un transformador adaptador de impedancia. Si lo que se va a conectar es un tocadiscos, el fonocaptor tiene cabezas de cristal o cerámica, las que son de alta impedancia o cabezas magnéticas o de reluctancia variable, que son de baja impedancia; el problema es similar al caso de los micrófonos y se resuelve en la misma forma. Y si se debe aplicar a la entrada del grabador un sintonizador de radio, hay que conocer la impedancia del punto en que se toma la conexión para realizar la correcta adaptación. También se presenta el caso de acoplar la salida de un grabador a la entrada de otro, para hacer copias de cinta a cinta, y en ese caso debe cuidarse de cumplir con la adaptación de impedancia.

Dentro del rubro referente a las adaptaciones podría entrar el problema de los elementos de interconexión, pero ese tema fue considerado en detalle en el capítulo 12.

Valores en juego. De acuerdo con el diseño de un grabador se especifica el nivel de la señal de entrada necesario para asegurar una grabación correcta, que logre un máximo de indicación en el vúmetro. Una grabación a menor nivel resultaría deficiente y los ruidos de fondo adquirirían una proporción inconveniente. El grabador está provisto de un preamplificador, el cual eleva el nivel de la señal al valor correcto, pero partiendo de una cifra mínima de entrada, que siempre se conoce. Si la amplitud de la señal de entrada es mayor, puede rebajarse con el control de nivel del grabador. Lo mismo, si el grabador debe acoplarse a un equipo amplificador externo, éste requiere una tensión de entrada especificada y el grabador debe suministrarla. Si la excede, el control de volumen del amplificador nos permite reducirla en la proporción adecuada.

Especificaciones en los equipos. Es muy importante conocer las especificaciones de los equipos que deben interconectarse. Por ejemplo, un micrófono tiene una curva de captación que nos dice si es direccional o no, si es sensible a la captación de zumbidos, si es de alta o baja impedancia, etc. Un tocadiscos tiene especificaciones de nivel de salida de señal, de impedancia de adaptación, de zumbido residual, etc. Un sintonizador de radio nos habla del ancho de la banda de audio, lo que nos permite esperar una determinada calidad del sonido que grabemos, una impedancia de adaptación, etc. Y si lo que vamos a interconectar es otro grabador, debemos tener en cuenta las limitaciones del tipo de cinta, la velocidad, las impedancias en juego, etc. Por ejemplo, si deseamos copiar una cinta, que viene procesada con el sistema ***DOLBY*** y nuestro grabador no lo tiene, sabemos que habrá que actuar sobre el control de agudos para obtener un resultado aceptable, ya que no puede ser perfecto. Un programa a grabar que tiene una gama de audio desde los 50 Hz hasta los 15 KHz y se va a grabar en una cassette, no quedará igual al original porque en ésta se limita la frecuencia a unos 10 KHz. Y como esas cosas mencionadas hay otras que surgen de las especificaciones y que deben tenerse en cuenta.

Posibilidades operativas

Aquí habría que hacer una enumeración interminable y como sería incompleta, preferimos mencionar los casos particulares más comunes. Para grabar un programa en una cinta hay que contar con el equipo que proporcione tal programa. Si queremos insertar en la grabación comentarios, música de fondo, efectos sonoros, etc., hay que

disponer de dos pistas grabables en la cinta o en caso contrario sobreponer las grabaciones, pero en este caso hay que confiar en el indicador métrico. Téngase en cuenta que si se graban los efectos en una pista diferente, pueden borrarse total o parcialmente, pero si se superpone la grabación el borrado anulará el programa principal al mismo tiempo que el agregado.

Si se quiere grabar un programa estereofónico hay que disponer de un grabador de ese carácter o que tenga dos cabezas grabadoras y use cinta de por lo menos dos pistas. Caso contrario resultará una grabación monoaural, lo que no siempre es malo.

Puede grabarse un programa cinta a cinta usando diferentes velocidades en los dos grabadores pero la calidad obtenida es la que corresponde a la cinta de menor velocidad. Esta condición se generaliza en todas las operaciones de grabación de programas, pues cuando intervienen varios elementos, las condiciones de calidad del resultado están dadas por las peores o sea las del elemento de inferior calidad que integre la cadena. Si se graba un programa de una cassette de óxido férrico en un grabador profesional con cinta de 6,3 mm y a la velocidad de 38 cm/seg, la calidad del programa grabado será la que corresponde a esa cassette. Algo parecido podemos decir si el caso es copiar un disco del tipo microsurco procesado con los sistemas de alta fidelidad, y se usa una cápsula de reluctancia variable, y pasamos el programa a una cassette como la mencionada anteriormente; la calidad de la grabación será la que corresponde a la cassette. Ahora bien, si se graba un programa de F.M. o de un disco de buena calidad en una cassette de bióxido de cromo, con sistema *DOLBY*, el resultado, si bien no será comparable al obtenido en un grabador profesional, será aceptable.

Hay otras consideraciones que pueden hacerse acerca de las posibilidades operativas pero preferimos ocuparnos de ellas al tratar las interconexiones que se realizan para cada caso en particular, o sea para grabar diferentes tipos de programas y las combinaciones entre ellos. Pero hay una que es importante y es válida para cualquier tipo de programa que se grabe: debe tratarse siempre que la grabación se haga al máximo nivel permitido por el grabador, que es el punto *0 dB* de la escala, o sea el *100* de la numeración porcentual, es decir sin entrar en la zona roja de saturación.

Grabación de programas radiales

Los grabadores tienen un conector de entrada para aplicar allí programas de distintas fuentes sonoras, pero tales fuentes no siempre tienen un conector de salida para conectarlo a un grabador. Los sintonizadores modernos que se fabrican para acoplarlos a un centro múltiple de sonido tienen esos conectores de salida, pero cuando se quiere grabar programas radiales con receptores existentes hay que prever la forma de conectarlo al grabador.

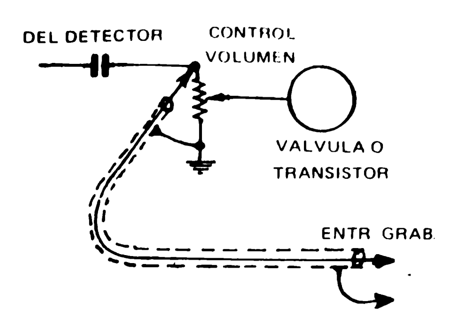


Fig. 151. – Forma de conectar la salida de audio del detector de un receptor de A.M. a un grabador.

Comencemos por los receptores de A.M., aunque por lo que se ha dicho muchas veces la calidad obtenible en la grabación adolece de deficiencias. La figura 151 muestra la manera de preparar una conexión volante para extraer señal de audio después del detector, precisamente entre extremos del control de volumen. Se utiliza un cable blindado y forrado y se realizan las operaciones en la forma explicada para la figura 140. El polo vivo va al extremo superior del potenciómetro y el blindaje va al extremo inferior o de masa. En el extremo opuesto del cable se coloca un conector que esté de acuerdo con el que tenga el grabador para la entrada de señal.

Hay un detalle que puede ser importante y es que casi todos los grabadores tienen en serie con la entrada de señal un capacitor para aislar la tensión continua que pudiera tener la conexión que se realiza. En ese caso no habrá problema, pero si se desea estar a cubierto de cualquier contingencia se puede conectar en serie un capacitor electrolítico de 10 mfd. con aislación adecuada a la tensión que puede haber. En equipos valvulares el punto de toma de señal que tenemos en la figura 151 no tiene tensión continua, y en los transistorizados puede tener una tensión muy baja, de modo que colocando un capacitor para 10 V. estaremos a cubierto. En el circuito, o con un voltímetro, debe buscarse la polaridad adecuada para ese capacitor.

Veamos ahora la toma de sonido en un receptor de F.M. el cual generalmente tiene un amplificador estereofónico. Si así no fuera se sigue el mismo esquema anterior, pero si se trata de un sintoniza-

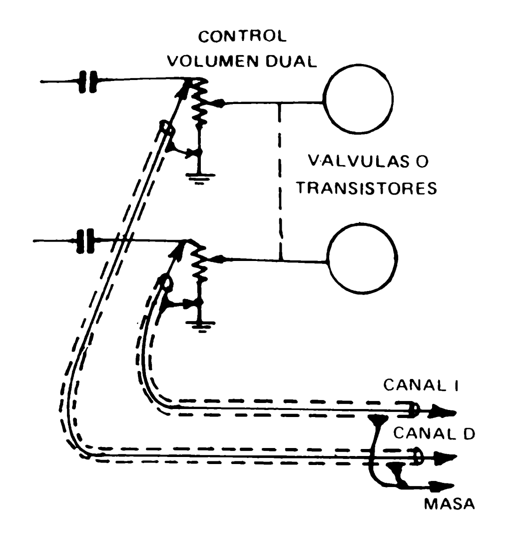


Fig. 152. Forma de conectar la salida de audio del demodulador de un receptor de F.M. multiplex a un grabador.

dor del tipo multiplex, para programas estereofónicos, tendremos la situación que muestra la figura 152. Hay un control de volumen dual, con una sección del potenciómetro que gobierna al canal izquierdo (*I*) y otra para el derecho (*D*). Se usa un cable doble blindado, y se conecta cada cable individual con su malla a los extremos de cada potenciómetro. Los otros extremos de los cables van a un conector adecuado para el que tenga el grabador como entrada de señal. Aquí también son válidas las consideraciones acerca del capacitor a colocar en serie como precaución, aunque es muy poco probable que sea necesario.

Señales grabadas en discos

Las bandejas pasadiscos destinadas a integrar

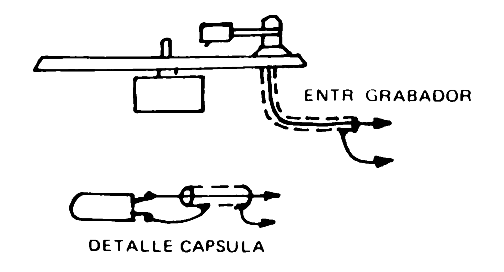


Fig. 153. Conexión de una cápsula monoaural de un tocadiscos a la entrada de un grabador.

equipos de sonido tienen cables previstos para conectarlas a la entrada de un grabador, pero sabemos que no siempre coincide el tipo de conector que traen con el necesario. También está el caso de una bandeja común que viene sin cables de salida. Entonces trataremos el caso como si los tocadiscos no tuvieran el cable con el conector.

En primer lugar consideremos el caso de las cápsulas monoaurales, las que tienen solamente dos terminales y lo común es que cualquiera pueda ser tomado como vivo o como masa. Hay excepciones y ello está indicado en la cápsula. La figura 153 muestra las conexiones a realizar para conectar una cápsula monofónica al cable blindado que servirá para llevar la señal a un grabador. Como siempre, conviene el cable blindado con forro exterior. La cápsula tiene dos terminales y se conecta el hilo vivo a uno y la malla al otro. Pero hay que aclarar que no debe soldarse directamente a las patitas de la cápsula porque el calor la dañaría. Deben usarse terminales enchufables que se en-

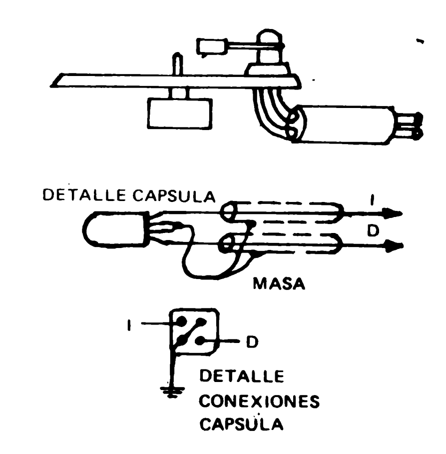


Fig. 154. – Conexión de una cápsula estéreo de un tocadiscos a la entrada de un grabador.

cuentran en el comercio; son unos tubitos elásticos que se sueldan al cable y luego se los enchufa en la patita de la cápsula.

Las cápsulas estereofónicas tienen cuatro patitas y en ese caso se siguen las indicaciones de la figura 154. Se usa un cable doble blindado, o sea dos cables blindados contenidos en una envoltura plástica. Las conexiones a la cápsula se hacen según el detalle que aparece en la figura, uniendo en diagonal dos patitas cualesquiera y que corresponderán a la conexión de masa.

En ambos casos de conexiones de cápsulas,

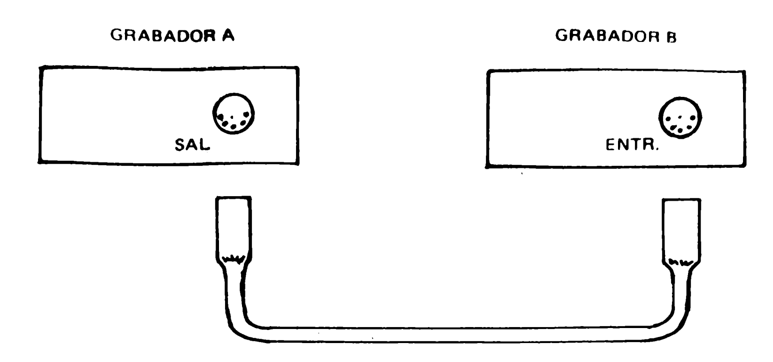


Fig. 155. Puente conector que se usa para grabar un programa cinta a cinta. La toma en el grabador de la izquierda debe hacerse preferiblemente a la salida de la cabeza grabadora.

en el otro extremo del cable se coloca un conector adecuado para la entrada del grabador, siguiendo las indicaciones dadas en el capítulo 12 acerca de fichas, conectores y códigos.

Grabación cinta a cinta

Este caso es comparable al de grabar programas de discos, sólo que en lugar de una bandeja pasadiscos necesitamos un grabador de cinta, además del que usaremos para grabar. O sea que la disposición es la que marca la figura 155. La cinta grabada se coloca en el grabador auxiliar y se pasa, aplicando la señal de salida a la entrada del grabador principal. Aquí cabe una consideración importante: para obtener el mejor resultado hay que librarse de la deformación que introduce el amplificador del grabador auxiliar y para ello hay que disponer un conector que tome sonido directamente de la cabeza grabadora, conector que puede ser volante, para retirarlo una vez que se terminó el trabajo, o colocarlo fijo para usarlo en otras grabaciones cinta a cinta.

Hay otras consideraciones de interés. En primer lugar, no interesa que los dos grabadores sean diferentes, inclusive que tengan distintas velocidades, ya que la señal se tomará con la velocidad a que fue grabada. La cinta nueva a grabar se pasará a la velocidad que tenga como única el grabador principal o, si se la puede elegir, se usará la misma que la del grabador auxiliar. No tendría objeto grabar a mayor velocidad porque la calidad de la grabación existente no se puede mejorar en el grabador principal y el uso de una velocidad mayor sólo redunda en usar mayor cantidad de cinta.

Un detalle muy importante es cuidar la amplitud máxima de la señal, la que no debe sobrepasar el valor 100 en la escala decimal del vúmetro. Pero como a veces hay fortísimos en la música, conviene escuchar primero el programa para estar al tanto de esos detalles y reducir la ganancia cuando se presentan tales fortísimos. Como eso puede ocurrir con frecuencia, una manera sofisticada de realizar la tarea sería anotar la longitud de la cinta para los pasajes en que debe reducirse la ganancia, la de los puntos en que se la puede aumentar, y todo otro detalle digno de ser tenido en cuenta. Al grabar, se va observando la lista y el indicador métrico y se va retocando el control de nivel según sea necesario. Estas indicaciones son válidas para la grabación de otros programas, pero si bien pueden seguirse en el caso de los discos, no ocurre lo mismo con los radiales o los de captación directa por micrófono, por la imposibilidad de obtener el mismo programa repetido.

Hay más consideraciones, algunas de ellas obvias. No se puede grabar un programa estereofónico en un grabador monoaural pero sí en uno de dos cabezas captoras con entradas independientes. Puede grabarse un programa monoaural en un grabador estéreo, y ello puede hacerse de dos maneras: dejar una pista para grabar después efectos sonoros o comentarios, o dejarla vacía. También puede grabarse el programa monoaural en las dos pistas del estereofónico, paralelando las entradas de los dos canales, si bien ello no da ninguna ventaja. Y finalmente, la calidad del programa grabado no puede superar a la del que se copia, salvo la acción reductora de ruidos que incorpore el grabador principal.

Conversaciones telefónicas

La necesidad de grabar una conversación que se mantiene a través del aparato telefónico puede

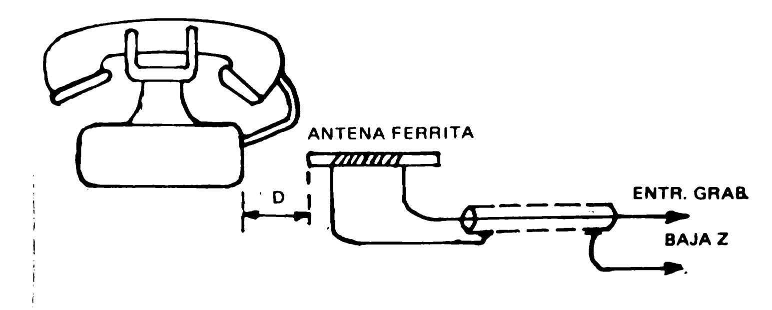


Fig. 156. – Forma de captar una conversación telefónica para aplicarla a un grabador. Es para entradas de baja impedancia.

tener distintas razones: de carácter sentimental, de naturaleza práctica para dictar un texto por teléfono y no tener que escribirlo, etc. El problema se presenta por la imposibilidad de realizar conexiones en el aparato telefónico, ya que lo prohiben las disposiciones vigentes para el servicio público respectivo. Entonces debe acudirse a la captación externa del sonido y ello se puede hacer en la forma como lo indica la figura 156. Se trata de emplear una de las llamadas antenas de ferrita, muy usadas en receptores portátiles, y arrimarla a una distancia *D* del aparato que se encuentra experimentalmente y que es de unos 5 centímetros. Esta antena tiene dos terminales que se conectan directamente a la entrada del grabador, en el caso de que tal aparato tenga entrada de baja impedancia.

Para grabadores con entrada de alta impedancia se recurre al montaje de la figura 157. En lugar de hacer la conexión directa se intercala un transformador elevador *T*. Como no es fácil conseguir un transformador especial o puede resultar muy costoso, sugerimos emplear un transformador de salida de receptores de radio conectando el secundario que corresponde a la bobina móvil del parlante a la antena de ferrita y el primario que corresponde a las placas de las válvulas, a la entrada de alta impedancia del grabador. Un tipo común de transformador de los mencionados puede ser el que marca una relación de impedancias de 5.000 a 3,2 Ohm, pero sirven otros tipos parecidos. Hay que advertir que tal transformador capta fácilmente zumbidos de cualquier otro transformador, de modo que conviene colocarlo dentro de un blindaje magnético, como puede ser una caja de aluminio conectada a masa.

Programas de toma directa

Para grabar sonidos que se producen en un recinto determinado se emplea un micrófono para captarlos, y es común que el grabador traiga un micrófono como accesorio normal. Pero hay que tener en cuenta algunos asuntos de mucha importancia para proceder a realizar grabaciones directas con este adminículo.

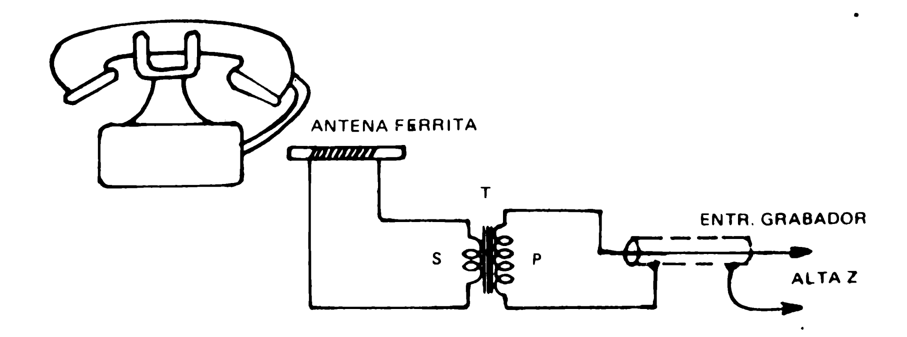


Fig. 157. – Conexiones para grabar una conversación telefónica en grabadores con entrada de alta impedancia.

En primer lugar, debe cuidarse el nivel de grabación tal como se hacía en otros tipos de grabaciones con distintas fuentes sonoras. No se debe sobrepasar en ningún caso el punto 100 de la escala decimal y tratar de mantenerse cerca de tal punto. Un nivel mayor produciría saturación y con ello deformación en el sonido y un nivel inferior haría que los ruidos de fondo adquirieran preponderancia.

En segundo lugar el micrófono capta el sonido que producimos frente a él, pero como no tiene inteligencia, capta también todos los otros sonidos que hay en el lugar. Si estamos hablando frente al micrófono en una habitación, también se captará el ruido de pasos de una persona que camine, el cierre de una puerta, otra conversación y todo otro ruido o sonido que llegue al micrófono. El uso de micrófonos direccionales mejorará la situación, pero no del todo. Esto adquiere importancia cuando se capta un programa musical directo y deben tomarse todas las precauciones, como cerrar puertas y ventanas, colocar alfombras y cortinados, etc.

A veces se usa el micrófono para captar un programa radial, evitando así tener que colocar puentes y conectores, pero en tal caso no podemos impedir que al mismo tiempo que captamos el programa se tomen ruidos ambientales. En cuanto se haga esa prueba y se verifique el resultado seguro se optará por realizar las conexiones recomendadas en las figuras 151 o 152, para disfrutar de la limpieza de fondo que proporciona ese sistema.

Efectos sonoros

Una técnica muy apreciada por los usuarios de grabadores es superponer a una grabación partes de otro programa, como son los fondos o cortinas musicales y los efectos sonoros. Los fondos musicales se superponen a programas de conversación, narrativos, etc. Los efectos sonoros tratan de imitar los ruidos naturales, como el trueno, la lluvia, el paso de vehículos, el trote de caballos, etc. y se sobregraban para dar realismo a un programa que requiera ambientación. Es mucho lo que se puede decir sobre este tema y la imaginación del operador lo puede llevar a resultados sorprendentes.

Los efectos sonoros pueden grabarse de dos maneras: por superposición directa o indirecta. El primer tipo se realiza conectando el micrófono mientras se está grabando el programa y produciendo delante del mismo el ruido o la música de fondo que se desee. El segundo tipo es más trabajoso y consiste en grabar los efectos en otra pista de la cinta a posteriori, mientras se escucha el programa grabado y después se mezclan los dos programas para pasar la cinta definitiva.

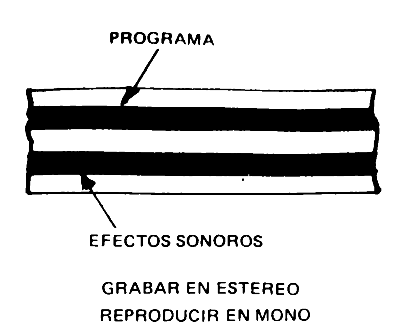


Fig. 158. – La superposición de efectos sonoros en un programa grabado puede hacerse por via indirecta, usando dos pistas de la cinta.

El sistema de grabación directa no requiere muchos comentarios, ya que si se conecta a la entrada del grabador un equipo de programas de radio, discos o cinta al mismo tiempo que se conecta el micrófono, la grabación resultante llevará ambas captaciones. Pero el sistema indirecto requiere otra técnica. En primer lugar debemos grabar primero en una pista el programa principal (figura 158) y luego pasar nuevamente la cinta para grabar en la otra pista los efectos a agregar. Esto viene a ser algo así como grabar en estéreo a destiempo y reproducir en mono.

Pero hay que hacer una importante aclaración. Si se usa sistema a cassette, se evita el borrado del programa principal al pasar nuevamene la cinta quitando las aletas que tiene la cassette para tal fin (figura 31). Pero si se trata de un grabador de carrete abierto, hay que evitar el borrado y para ello se procede como se indica en la figura 159. Hay que colocar una pieza separadora entre la cinta y la cabeza de borrado al hacer la segunda grabación, pieza que debe mantener la cinta separada sin dañarla y que luego se retira para la reproducción.

Los fondos o cortinas musicales, continuas o en forma de ráfagas, se toman de discos existentes y se graban a un nivel que debe ser inferior al del programa principal; como mínimo se reduce en 10 dB y muchas veces se emplea mayor reducción para que el fondo no impida la inteligibilidad del programa principal.

Los efectos sonoros también se graban a nivel inferior al programa principal y se los dosifica y se ubican a gusto del operador. Sobre esto no se pueden dar normas, ya que intervienen factores de

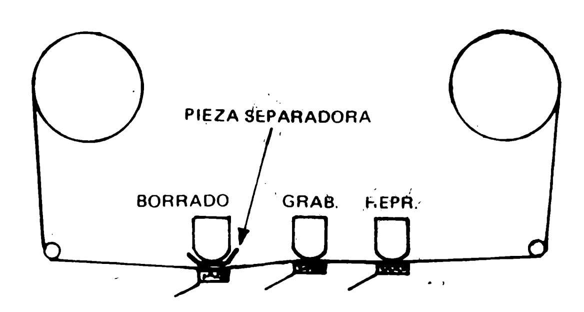


Fig. 159. – Para grabar la pista auxiliar debe impedirse el borrado de la cinta en la grabación del programa principal.

índole personal. Hay infinidad de efectos sonoros que pueden captarse a partir de ruidos fabricados ex-profeso. Daremos una lista que es muy conocida por los profesionales de la grabación, la que puede ser enriquecida por el propio operador o por referencias de amigos, hasta tener un verdadero catálogo de efectos sonoros. Veamos esa lista:

Auto viejo: hay que hacer andar un molinillo eléctrico de café cerca del micrófono y graduar la distancia hasta lograr el efecto buscado.

Auto nuevo: Se coloca el micrófono cerca de una aspiradora y se la hace arrancar y frenar hasta lograr el efecto que se desea.

Locomotora: Se pasa un cepillo por un rallador de pan en movimientos acompasados que producen el efecto típico de una locomotora en marcha.

Caballo: Desde los tiempos de la radio aprendimos a golpear con las manos en los muslos con un cierto ritmo que produce el efecto del galope.

Sirena de barco: Colocando distintos niveles de agua dentro de un botellón y soplando en la boca del mismo en forma rasante se produce el ruido de una sirena de distintos tonos.

Helicóptero: Una matraca de las de carnaval produce el ruido del motor del aparato.

Lluvia: Plegando una hoja de papel de manera que forme canaletas triangulares, inclinándola sobre una caja de cartón y haciendo deslizar azúcar se capta el ruido de la lluvia. También abriendo una canilla puede lograrse el mismo efecto.

Viento: Un globo elástico inflado, dejando escapar el aire se logran efectos de viento.

Truenos: Si al globo se le colocan municiones en el interior y se lo inclina hacia ambos lados se logran efectos de truenos.

Olas: Colocando arroz en una fuente metálica y sacudiéndola en ambas direcciones se obtiene el ruido de las olas.

Explosión: Se revienta el globo antes mencionado y se logra tal efecto.

Fuego: Si se estruja un trozo de papel celofán se consigue imitar al chisporroteo del fuego.

Tiros: Nada más sencillo que usar una escopeta de aire comprimido para niños.

La nómina anterior es sólo ilustrativa y se requiere ejercitación, la que se pule mediante grabaciones y pruebas sucesivas. Una vez alcanzada la práctica necesaria el operador irá agregando a la lista efectos de su propia cosecha. Estos efectos pueden grabarse en cintas de reserva para ser utilizados cuando se los necesite. En tal caso hay que hacer una lista con los metrajes que ocupan cada uno de los efectos sonoros.

Día 15

Con lo visto hasta aquí tenemos el panorama completo de los grabadores de cinta magnética, que abarca su principio de funcionamiento, la teoría de magnetización de la cinta, la colocación de la misma en carretes abiertos o encapsulados, la técnica de las cabezas de grabación, reproducción y borrado, la parte mecánica de los grabadores de todos los tipos y la parte eléctrica de los mismos, los accesorios de operación y comando, los supresores del ruido de fondo y la técnica de la grabación misma. Tal estudio nos ha cubierto catorce jornadas y hemos reservado la última de este libro para encarar el funcionamiento defectuoso o la prevención para que tal cosa no ocurra. Es fácil imaginar que habiendo tantos tipos y modelos de grabadores no es posible dar detalles internos de todos para guiar a un reparador, de modo que sólo se podrá hablar del correcto tratamiento y funcionamiento y de las normas generales para encarar la reparación ante una falla localizada. En los grabadores modernos la parte eléctrica es un circuito electrónico a transistores, y entonces puede servir al lector adquirir la metodología escalonada de la revisión y reparación con la lectura del tomo de esta colección dedicado al Service de Transistores, pués todo el temario que el mismo abarca no se puede condensar en una parte de un capítulo del presente libro. Tenemos así fijado el tema de la presente jornada y procedamos a desarrollarlo.

REVISION DE GRABADORES

Habiendo seguido paso a paso el funcionamiento de los grabadores, que si bien pueden agruparse en dos clases netamente diferenciadas como son los de carrete abierto y los de cinta encapsulada, en lo que respecta a la revisión de los mismos no se puede dar importancia a esa diferencia, porque si estamos frente a un aparato existente y debemos revisarlo no importa cual sea el tipo, atendiendo a si la cinta está o no dentro de una cápsula o envase. Frente a un problema de revisión nos olvidamos de ese detalle, le quitamos su tapa y observamos el interior. Aquí podemos establecer dos partes importantes que presentan diferencia sustancial en lo que respecta a la revisión y son la parte mecánica y la parte eléctrica. La forma de revisar, los elementos auxiliares necesarios y las herramientas para la reparación son totalmente diferentes para esas dos grandes secciones que integran un grabador.

La parte mecánica del grabador tiene una gran diversidad de piezas y los repuestos se obtienen en los negocios especializados en grabadores, de los que felizmente hay gran cantidad. La parte eléctrica es un circuito electrónico y entonces los accesorios que la integran se encuentran en los negocios que se dedican a radio y televisión, vulgarmente llamadas *casas de radio*, de las que también hay muchas.

Como se ve, a diferencia de los aparatos de sonido, radio y televisión, para los cuales se acude a un negocio en busca de cualquier repuesto, en el caso de los grabadores, si se desea encarar la revisión y reparación por cuenta propia hay que buscar los repuestos en dos clases de negocios proveedores. Esto marca una tendencia, pues actualmente ya se perfilan divisiones similares para las bandejas pasadiscos y con el tiempo seguramente tendremos casas que contarán con todo el stock de repuestos para los grabadores de cinta, lo cual representará una evidente ventaja.

Lo que antecede ha servido como introducción a nuestro tema y justifica que hablemos separadamente de las partes mecánicas y eléctrica en el tema de la revisión del equipo grabador, separa-

ción que ya hubimos de adoptar al hacer la descripción de estos aparatos.

El transporte de la cinta

De toda la parte mecánica, es evidente que lo más importante es el mecanismo del transporte o deslizamiento de la cinta, el cual debe cumplir rigurosamente con las condiciones fijadas por la fábrica del equipo. Si se quita la tapa de un grabador, que en algunos es en realidad el fondo, se podrá observar el mecanismo mientras funciona, pués se lo puede hacer andar sin problemas. Hay dos detalles de fácil verificación y son el arranque y el deslizamiento. Veamos estos dos temas por separado.

En todos los casos el arranque del movimiento debe ser inmediato. Al accionar la tecla de grabación, de enrolle rápido o de parada, si las presiones de los elementos propulsores son las correctas y el embrague y el freno tienen sus piezas en buenas condiciones, el arranque y el frenado deben ser simultáneos. Si se observa una dilación en cualquiera de las dos acciones hay que revisar los fieltros de las bases de los portacarretes, los patines de los frenos y los resortes que hacen la presión de contacto entre cabrestantes y poleas o rodillos y poleas. Si ayudando con una barra o con un lápiz al embrague o a los frenos, según los casos, se logra el efecto instantáneo, hay que cambiar las partes deterioradas.

Si la cinta no está estirada durante el funcionamiento y forma partes flojas o rulos, es porque ese deslizamiento no es uniforme y hay fallas en los acoples. Estas anomalías pueden deberse a fieltros gastados o resortes flojos. Hay una falla que produce como saltitos en el arrastre de la cinta, que se traducen en lo que ha dado en llamarse *hipo* en la reproducción. Ello se debe a la mala costumbre de cortar la alimentación del grabador sin desacoplar los mecanismos, o sea que quedan rodillos apoyados contra poleas de goma, tal como lo muestra la figura 160. Como esa situación se prolonga por horas o días, la goma se deforma y después en marcha normal se produce un saltito en el acoplamiento que altera la velocidad de la cinta y ocasiona el hipo en el programa. Cuando eso ocurre, aparte de recomendarle al dueño del grabador de que no cometa más ese error, hay que cambiar la goma de la polea.

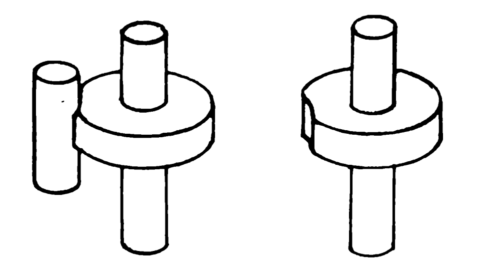


Fig. 160. – Deformación en las poleas de goma que ocurre en el grabador cuando se ha dejado el rodillo apoyado durante mucho tiempo.

Una verificación interesante es la velocidad de la cinta, la cual es una cifra única para los grabadores a cassette y dos o tres cifras para los de carrete abierto. La verificación de esas velocidades, sin disponer de un aparato cuenta vueltas para aplicar al cabrestante, puede hacerse marcando con un lápiz rojo en una cinta virgen medidas métricas y tomar el tiempo de paso por un punto fijo, por ejemplo la cabeza de borrado, o uno de los rodillos de guía; con ayuda de un cronómetro tomamos el tiempo de recorrido de una cierta cantidad de metros. Si marcamos en la cinta de una cassette los 4,75 metros, el tiempo debe ser de un minuto y cuarenta segundos, ya que la velocidad normal de la cassette es de 4,75 cm/seg. Igual procedimiento se usa para cintas con velocidades de 9,5, 19 ó 38 cm/seg. De registrarse una anomalía en la velocidad de la cinta seguramente hay deficiencias en los contactos de arrastre, gomas secas o gastadas, resortes en malas condiciones, etc.

Efectos de lloro y flauta (wow y flutter)

Si el sistema de frenos no queda lo suficientemente separado de los rodillos o tambores donde debe actuar, se produce un frenado parcial intermitente que ocasiona en la reproducción dos tipos de efectos. Uno en una cadencia de baja frecuencia, perfectamente perceptible, a la que se denomina *lloro*. El otro es producto de una variación rápida de la velocidad de deslizamiento, lo que ocasiona aumentos bruscos de frecuencia, dando lugar a la aparición de silbidos acompasados, como si se soplara una *flauta*, lo que le ha dado ese nombre el defecto.

Es evidente que por tener un origen mecánico, una revisión prolija puede permitir detectar al elemento responsable. Patines o resortes de frenos son generalmente los culpables, pero otras veces son deformaciones en los fieltros de acople o en los rodillos de goma. El recambio del elemento defectuoso termina con este agudo problema que afecta a los grabadores. Otras veces este tipo de defectos se produce por exceso de lubricación.

El usuario, queriendo hacer más suaves los movimientos echa aceite en los ejes de rodillos y poleas y por falta de cuidado, el mismo chorrea sobre otras partes del grabador. Cada vez que el contacto rodillo-polea llega adonde haya una gota de aceite o de grasa, se produce un deslizamiento que se transforma en un ruido de lloro o de flauta. Una limpieza prolija termina con el problema.

Otro defecto frecuente en los grabadores es el de los ejes torcidos, anomalía producida por vejez o por un glope. Esto ocasiona arrastre irregular de la cinta, que se hace más notable si el torcido es el eje del cabrestante impulsor. Puede verificarse este defecto especialmente si se utiliza una lupa de aumento, observando desde una posición lateral el extremo del eje con referencia a una pieza fija.

Limpieza del mecanismo

El grabador está contenido en una caja hermética, lo que hace pensar que no puede haber polvo en su interior, pero el caso es que la cinta tiene un recubrimiento de óxido de hierro o de cromo, el cual se desprende en cantidades minúsculas durante el funcionamiento. Con el tiempo, el polvo se va colando en las partes móviles y produce desgaste en las mismas. Además, ese polvo forma con la grasa lubricante una pasta abrasiva que corroe las piezas en contacto, pues es llevado a todas las partes del mecanismo por la misma cinta y por otras piezas móviles.

La limpieza de todo el mecanismo debe realizarse prolijamente con un cepillo pequeño o un pincel de cerdas cortas. Para ayudar a quitar las partes abrasivas de que hablamos utilícese alcohol, nunca agua, pues ésta produce oxidación. Para realizar esta limpieza conviene ayudarse con una linterna y una lupa, a efecto de poder observar bien los lugares de acumulación del polvo o la pasta.

La frecuencia recomendada por los fabricantes de grabadores para realizar la limpieza es de 1000 horas de funcionamiento y en el caso de máquinas que trabajan poco, no dejar pasar períodos mayores de 6 meses. Pero el poseedor de un grabador puede verificar cada tanto su máquina y comprobar personalmente la necesidad de una limpieza.

El lubricante adecuado para usar después de la limpieza puede adquirirse en las casas de grabadores. Debe colocarse con mucha moderación, pues el exceso produce la pasta abrasiva al mezclarse con el polvo de hierro que desprende la cinta. Hay grabadores que traen en el folleto explicativo del manejo una recomendación del fabricante sobre el tipo de lubricante a emplear; de no conseguirlo en nuestro mercado debe consultarse a las casas de grabadores sobre el substituto apropiado.

Verificación mecánica simple

Para el usuario de un grabador que tenga un buen oído musical, hay un procedimiento simple para saber si la velocidad de deslizamiento de la cinta es la correcta. Se trata de pasarla en un grabador que esté en perfectas condiciones mecánicas y luego en el que es sospechoso de tener fallas. El tono de las notas que forman el programa será más alto si la velocidad de la cinta es mayor que la normal y más bajo si tal velocidad es inferior a la correcta. Las causas de alteración de la velocidad ya han sido tratadas, de modo que sabemos corregir tal defecto.

El desgaste de los frentes de las cabezas magnéticas se comprueba observando con una lupa las ventanas que tienen frente al entrehierro: si son perfectamente rectangulares, con bordes definidos, están en buenas condiciones. En caso contrario debe procederse a cambiar la cabeza defectuosa pues en tales condiciones produce desgaste de la cinta.

Un golpe recibido por el grabador puede alterar los ángulos de instalación de las cabezas, según indicaciones dadas en la figura 40. Si se comprueba un torcimiento mediante una escuadra, hay que ajustar el ángulo irregular mediante los tornillos que existen en la mayoría de los grabadores a ese efecto.

Cabe acotar que el cambio de tono en la reproducción musical, cuando tal tono se vuelve más grave, puede deberse a que las pilas están gastadas, lo que da menor velocidad de arrastre de la cinta. El recambio de las pilas normaliza la situación.

Desimantación de las cabezas

El problema de la imantación de las cabezas magnéticas era dramático en los primeros tiempos de los grabadores y fue perdiendo importancia cuando se adoptó el borrado con corriente alterna que es el que se usa en la actualidad. Un grabador moderno, bien diseñado, que no tenga fallas en el oscilador de borrado puede no presentar por mucho tiempo el problema de la imantación de las cabezas.

Tal imantación se manifiesta por un zumbido residual de modulación que enmascara una buena proporción del programa y que puede llegar a hacer intolerable al programa mismo. El remedio en tales casos es desimantar las cabezas, cosa que puede hacerse llevando el grabador a una casa especializada o haciendo la tarea en forma casera.

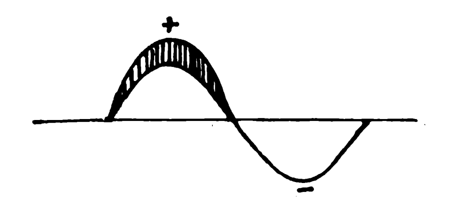


Fig. 161. – La imantación de la cinta se puede producir cuando los dos semiciclos del oscilador de borrado son de diferente amplitud.

Veamos cómo se produce la imantación, atendiendo al croquis de la figura 161. La corriente alterna de borrado debe tener sus dos semiciclos iguales ya que como tiene efectos desmagnetizantes y ser ellos de sentido contrario, en la cinta no quede ningún vestigio de magnetización. Si por una falla de tal oscilador uno de sus semiciclos da mayor amplitud que el otro, en el caso de la figura el semiciclo superior o positivo es mayor que el negativo, la diferencia entre los gráficos da una zona rayada que representa una corriente residual pulsante. Por tener tal corriente un solo sentido o polaridad, producirá magnetización residual en la cinta. A este fenómeno se lo llama imantación de la cabeza magnética.

Hay otras causas para que se produzca la imantación de la cabeza. Si un operador inexperto quiere probar la continuidad de la bobina de la cabeza con un multímetro común, hará pasar corriente continua por la bobina de la cabeza y la misma quedará imantada. La cercanía de un imán o de un campo magnético continuo también puede magnetizar el núcleo de la cabeza y producir la imantación de la misma.

La desimantación de las cabezas magnéticas se hace con un bobinado con núcleo de hierro en forma de campana que se coloca cubriendo la cabeza. Al alimentar la bobina del electroimán con corriente alterna, que se hace decreciente mediante un reóstato, se produce la paulatina desimantación del núcleo de la cabeza. Esta tarea es una de las que realizan las casas especializadas cuando ha ocurrido el percance y en caso de que haya una falla en el oscilador de borrado debe también hacerse reparar el mismo.

Hay un método casero que suele dar resultados y es usar un soldador eléctrico del tipo a pistola de calentamiento instantáneo. Se trata de conectar el soldador a la red de alterna y acercar la punta del mismo a la cabeza imantada, sin tocarla por supuesto ya que se quemaría. El fuerte campo magnético que tiene en la punta tal soldador es suficiente para desimantar la cabeza. Para un trabajo completo el soldador debe irse alejando lentamente de la cabeza mientras permanece conectado. Pasando luego una cinta virgen no debe escucharse ningún zumbido de fondo que revela la presencia de imantación.

Revisión de la parte eléctrica.

La parte eléctrica de un grabador tiene varias secciones a saber: la alimentación, el preamplificador y ecualizadores, el amplificador (los modelos para acoplar a equipos sonoros no lo tienen) el oscilador de borrado y polarización y las cabezas magnéticas. Algunos grabadores incorporan otras secciones eléctricas como son los estabilizadores de tensión, los avisadores de parada, etc.

Para encarar la revisión hay que tener en cuenta que se trata de circuitos electrónicos que funcionan con componentes varios, como ser transistores, resistores, capacitores, inductores, diodos, parlantes, micrófonos, etc. Y la necesidad de revisión proviene seguramente de que el funcionamiento del grabador acusa un defecto, que en algunos casos es total. Entonces lo primero que debemos considerar son los síntomas.

Si no funciona ninguna sección del grabador, es decir que el motor no arranca, el amplificador no da señal, la piloto no enciende y, en fin, no hay ninguna evidencia de que el grabador esté alimentado, la falla está en la fuente de alimentación.

Si el grabador funciona, pero al grabar un programa en una cinta a la que estamos borrando previamente, aparece parte o todo el programa anterior, el oscilador de borrado o la cabeza respectiva es lo que no funciona.

Si el grabador anda pero no tenemos sonido a la salida al reproducir, la falla está en el equipo de audio, desde el primer preamplificador hasta el parlante, en los aparatos con salida de audio, y hasta el último preamplificador, en los de amplificador externo.

Si el grabador anda pero no graba, la falla puede residir en la cabeza grabadora o en el circuito de preamplificación, ecualización y amplificación.

Así las cosas, separemos las fallas en dos grandes grupos: el de los circuitos electrónicos y el de los elementos electromagnéticos como son las cabezas, que pueden ser dos o más. Encaremos primero el segundo grupo.

Las cabezas pueden acusar fallas, como la que mencionamos de imantación, de suciedad, de desgaste frontal, de torcimiento de las perpendiculares de montaje, todo lo cual ya ha sido considerado. Queda un tipo de falla poco común que es la

de haberse cortado la bobina. Ya sabemos que no podemos probar con el óhmetro por tener una fuente a pilas o sea de corriente continua, la que produciría imantación en la cabeza. Por lo tanto hay que probar con corriente alterna y ello lo podemos hacer con un transformador cuyo primario se pueda conectar a la red eléctrica y cuyo secundario nos entregue una tensión baja, por ejemplo 3,15 V que es la mitad de la tensión de filamentos en los receptores valvulares y que por lo tanto siempre hay a mano en el taller de service. En serie con el secundario y con el bobinado de la cabeza magnética a probar se conecta una lamparita de dial; si enciende, la bobina está bien, caso contrario está cortada. Trátese de usar lamparitas de 0,1 A o menos para que podamos percibir el brillo que da al pasar corriente.

Queda ahora el otro grupo, el cual abarca los circuitos electrónicos. Sobre esto podemos decir que actualmente todos los grabadores son transistorizados, de manera que nos encontramos frente a un panorama de revisión de un circuito a transistores. Aquí cabe advertir que el tema es amplio, tanto que hay un tomo de la colección que integra el presente libro dedicado íntegramente a ese tema, y que se titula "Aprenda Service-Transistor en 15 días". Es razonable pensar que no podemos encarar el tema con la extensión que tiene ese libro, pero haremos un breve resumen.

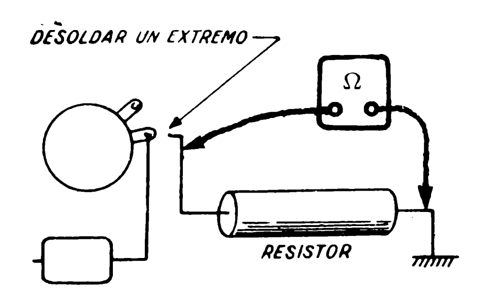


Fig. 162. Forma de porbar un resistor con el óhmetro, previa desconexión del circuito.

Revisión de componentes

Para comprobar el estado en que se encuentra un componente hay que usar el óhmetro de un multímetro. Para comprobar si la tensión en un punto del circuito es correcta usamos una de las escalas de tensiones del mismo multímetro. Y para verificar la intensidad de corriente en una rama o en todo el circuito, usamos una de las escalas de intensidad del multímetro.

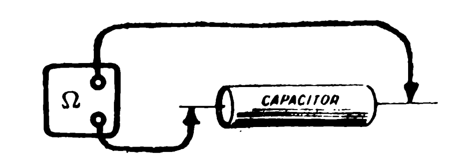


Fig. 163. Forma de probar un capacitor de papel o cerámica con ayuda del óhmetro del multímetro.

Un resistor se mide conectando las puntas del óhmetro a sus extremos, pero si está conectado al circuito hay que desoldar uno de los mismos, como lo indica la figura 162, para que los otros componentes no falseen la indicación. Si el valor que marca el óhmetro coincide con la cifra que da el código de colores del resistor, dentro de un 20% de tolerancia como máximo, consideraremos bueno al resistor.

Un capacitor se comprueba también con el óhmetro, tal como lo indica la figura 163, y la aguja marcará al comienzo una resistencia baja pero luego irá subiendo lentamente al cargarse tal capacitor. Si permanece el valor bajo, o marca un valor infinito el capacitor está malo o cortado respectivamente.

En el caso de los capacitores electrolíticos hay que seguir el procedimiento indicado en la figura 164. El positivo o punta roja va al terminal negativo del electrolítico y el negativo o punta negra va al positivo de ese capacitor. Esto se hace para producir la polarización adecuada en el capacitor pues en caso contrario no se forma la película capacitiva y no trabaja. Debemos leer al principio un valor bajo de resistencia y luego la aguja sube lentamente hacia valores altos de resistencia, pero sin llegar a las lecturas de los capacitores de cerámica o papel.

Para medir la tensión entre dos puntas de un circuito basta colocar las dos puntas del multímetro, cuya selectora se llevará a la posición adecuada, y cuidando que la punta roja toque el positivo en el circuito y la negra el negativo. Como en

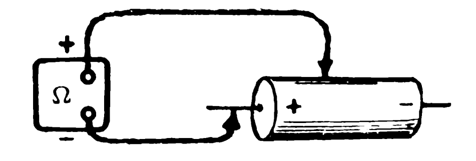


Fig. 164. – En el caso de capacitores electrolíticos en prueba debe respetarse la polaridad de las puntas del óhmetro.

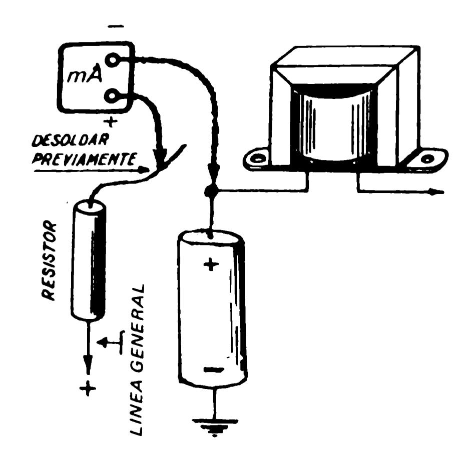


Fig. 165. – Forma de medir la intensidad de la corriente en una rama del circuito desconectando uno de los puntos de la conexión.

los grabadores la mayoría de los transistores son de silicio NPN, el negativo va a masa y entonces es fácil saber cuál es la polaridad de dos puntos.

Para medir la intensidad de corriente en una sección del circuito hay que insertar en serie con el paso de esa corriente al multímetro conectado como miliamperímetro. A tal efecto debe desoldarse una conexión, como se indica en la figura 165 y poner la punta roja en el punto de donde viene la corriente y la negra en el punto hacia donde va la corriente. Con esto cuidamos la polaridad; para la magnitud, en caso de ignorarla, se comienza con la escala más alta de intensidades y se va bajando hasta que la lectura quede en el punto más alto posible de la escala.

Para comprobar continuidad o masa de los bobinados se procede como indica la figura 166. Se desueldan los terminales de cada bobinado y se mide la resistencia de cada uno y también la resistencia contra masa. La primera debe ser un valor bajo pero no cero y la resistencia a masa debe ser infinita, salvo que el bobinado deba tener un retorno a masa y que no lo hayamos descubierto en la primera revisión.

Para probar diodos se sigue el procedimiento indicado en la figura 167. Se toca con la punta negra del óhmetro el ánodo y con la roja el cátodo, debiendo indicar una resistencia baja, del orden de unos 100 Ohms o algo más. Luego se invierten

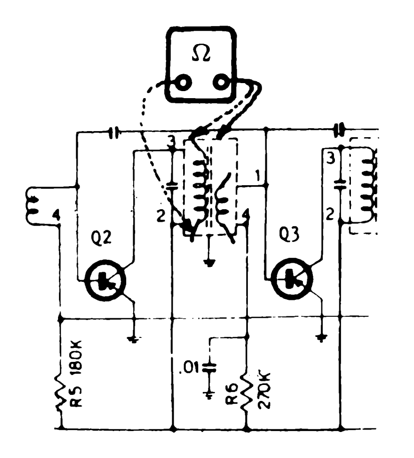


Fig. 166. – Forma de comprobar el estado de un inductor o un transformador midiendo la resistencia de los bobinados y a masa.

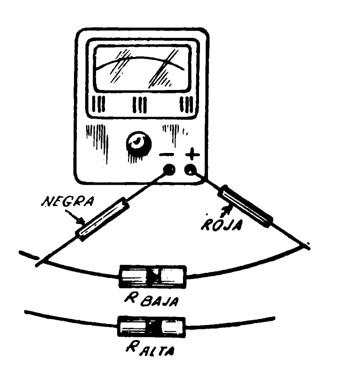


Fig. 167. – Prueba de diodos sólidos mediante dos mediciones con el óhmetro del multímetro.

las puntas del óhmetro y se toca el ánodo con la roja y el cátodo con la negra, debiendo obtenerse una lectura del orden de los Megohms. Esta aparente contradicción con el sentido de la corriente se debe a que dentro del óhmetro la batería tiene su positivo hacia la punta negra.

Para probar transistores se usa el procedimiento indicado en la figura 168 para obtener lecturas de alta resistencia y en la 169 para tener lecturas de baja resistencia. Esto es válido para transistores tipo NPN que son la mayoría en los grabadores. En el caso de que haya alguno tipo PNP invertiríamos los resultados de resistencia indicados en ambas figuras, es decir, pondríamos alta en la 168 y baja en la 169.

Las indicaciones dadas para esas pruebas son poco precisas y para tener una idea más clara

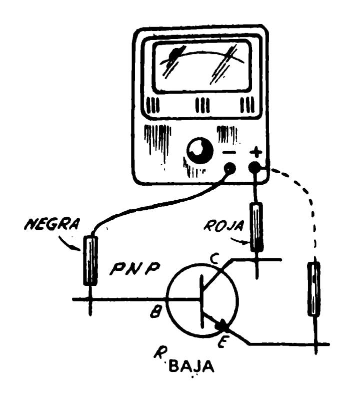


Fig. 168. – Comprobación del estado de transistores NPN con el óhmetro. Se deben obtener lecturas de baja resistencia.

del estado de un transistor damos la figura 170 que indica una serie de pruebas a realizar, cuyas lecturas se dan en el cuadro adjunto a dicha figura. Todo lo que allí se indica es válido para transistores NPN y en el caso de que haya alguno del tipo PNP hay que invertir los signos positivos y negativos en el cuadro. Aclaremos que para saber qué tipo corresponde al transistor hay que consultar el circuito del grabador, o si podemos leer su característica, consultar el manual de transistores donde se indica el tipo, además de otra información.

Las indicaciones sobre prueba individual de componentes sirven para verificar en cada etapa del circuito cuál es el culpable de la falla, pero para eso debemos identificar primero la etapa culpable. Esta es la tarea más importante de la revisión de la sección eléctrica del grabador, y si se procede con método seguramente se tendrá éxito. Cabe advertir que este tema, como ya se ha dicho, ocupa libros enteros, de modo que aquí sólo podremos dar una orientación. El lector interesado sabe ya donde encontrar mayor información sobre la búsqueda de fallas en circuitos transistorizados de cualquier naturaleza, y los grabadores son uno de ellos.

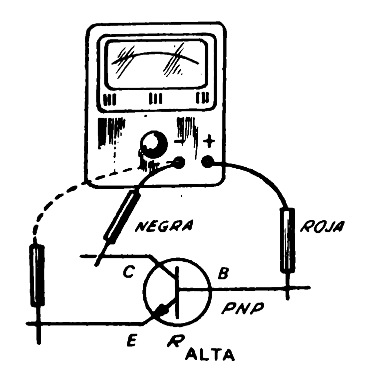


Fig. 169. – Comprobación de transistores NPN con el óhmetro, obteniendo lecturas de alta resistencia.

Rastreo del circuito

Para encontrar un elemento defectuoso de un circuito electrónico, es imposible revisar todos sus componentes, de modo que antes hay que encontrar la etapa culpable y para ello debemos contar con el circuito eléctrico del grabador, de lo contrario el trabajo requiere manos expertas.

Un amplificador, desde la entrada de micrófono hasta el parlante se revisa inyectando señal de audio desde la última etapa hacia la primera, en la siguiente forma: primero aplicamos señal de audio de nivel suficiente, por ejemplo tomada de la etapa de potencia de cualquier amplificador que funcione, y colocando un capacitor en serie para evitar problemas de polarizaciones incorrectas, aplicamos uno de los conductores a un extremo del parlante y el otro al otro extremo; debe haber sonido, caso contrario el parlante está malo. Luego, tomando señal de la penúltima etapa del amplificador la aplicamos a la entrada de la etapa de potencia del amplificador del grabador y así siguiendo vamos tomando señal de etapas previas del amplificador auxiliar para aplicarla a las etapas correspondientes del grabador. En cuanto dejemos de percibir sonido en parlante, esa última etapa probada es la defectuosa. Ahora podemos a aplicar allí la técnica explicada de prueba de componentes hasta descubrir el que está en malas condiciones y reponerlo.

Si el grabador no tiene amplificador incluído debemos aplicarle uno a la salida o conectar en la última etapa del preamplificador existente un auricular para ir percibiendo el sonido que inyectamos etapa por etapa, de la última hacia la primera y se sigue el procedimiento antes indicado.

El oscilador de borrado y polarización es un circuito muy simple, de modo que si no funciona puede realizarse en él la prueba de componentes antes explicada. Una verificación rápida es tomar salida de tal oscilador y aplicarla a la entrada de antena de un receptor: debemos oir en parlante varias veces el silbido, en distintos lugares del dial. Esto ocurre porque la señal de ese oscilador es de

PRUEBA DE TRANSISTORES PNP CON EL OHMETRO

Prueba No	Figura de referencia	Polaridad en electrodo			Lectura en el óhmetro (Ω) para transistores de		
		B	C	E	Baja Potencia	Media Potencia	Alta Potencia
1	a	−	+	no	50 K	50 K	30 K
2	a	+	−	no	120	80	50
3	a	+	no	−	140	80	50
4	a	−	no	+	50 K	50 K	50 K
5	b	no	+	−	6 K	2 K	100
6	c	no	−	+	50 K	20 K	5 K
7	d	−	+	−	50 K	20 K	5 K
8	e	+	+	−	100	50	7
9	f	+	+	−	2 K	200	10

(Para transistores PNP deben invertirse todas las polaridades)

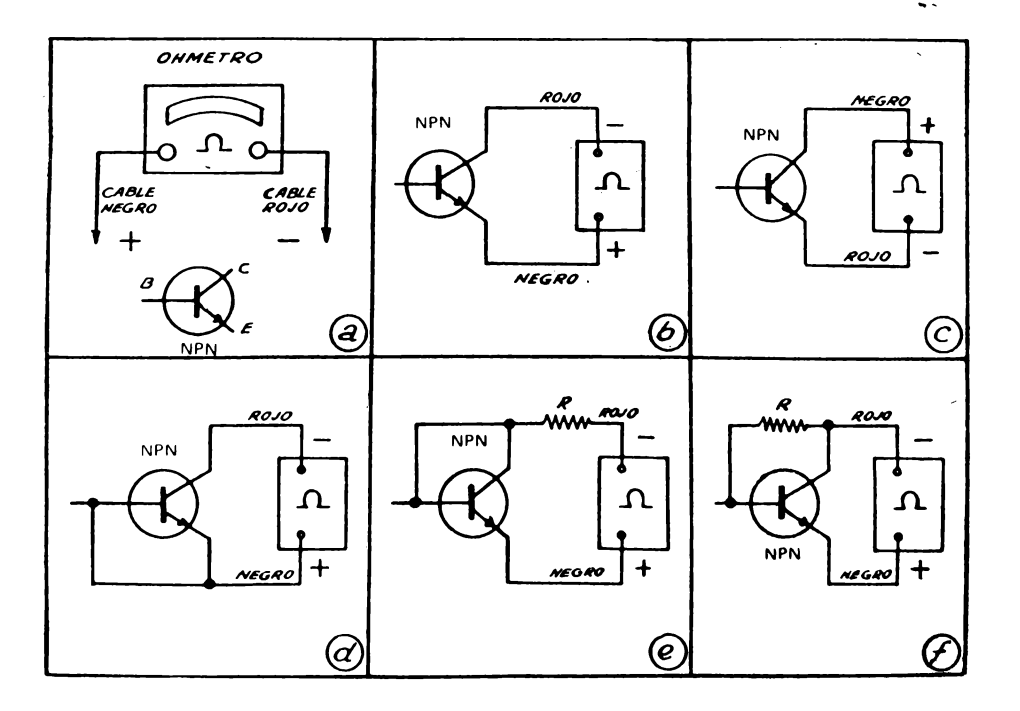


Fig. 170. Cuadro general de pruebas de transistores con el óhmetro indicando las lecturas que deben obtenerse para cada conexión. Es válido para transistores tipo NPN. Para los PNP se invierten todos los signos positivos y negativos del cuadro inferior.

frecuencia baja, unos 40 a 70 KHz, pero sus armónicas aparecen en varios puntos del dial en el receptor. Precisamente, si el dial del receptor está calibrado en frecuencias, la diferencia que podemos notar entre las frecuencias de dos silbidos sucesivos, es la frecuencia de la señal producida en el oscilador de borrado y polarización. Si no aparece ninguna oscilación en el receptor es un indicio de que tal oscilador no funciona.

Otros pequeños circuitos electrónicos que pueda tener el grabador se revisan por el método de la prueba de componentes antes explicada y una vez encontrado el defectuoso se lo repone para lograr el funcionamiento normal. A veces hay más de un componente que debe ser cambiado.

VOCABULARIO DE TERMINOS EN GRABADORES

Castellano	**Alemán**	**Francés**	**Inglés**
Arranque	Start	Marche	Start
Audífonos	Kleinhörers	Eucouteurs	Earphones
Borrar	Löschen	Effacement	Erase
Controles	Bedienungsgriffe	Comande	Controls
Efecto lloro y flauta	Tonhögenschwankungen	Taux de pleurage	Wow and flutter
Enrolle rápido	Schnellauftaste	Dépannage acelérée	Fast rewind
Entrada c.a.	Stromart Wechselstrom	Courant alternatif	Power a.c.
Entradas	Eigänge	Entrées	Inputs
Grabador a cinta	Tonbandkoffer	Eregistreur a bande magnétique	Tape recorder
Grabar	Aufnahmetaste	Enregistrement	Recording
Fusible	Netzsicherung	Fusible	Power fuse
Llave micrófono	Mikrofontaste	Touche microfone	Mike key
Parada	Halttaste	Touche arret	Stop key
Parada momentánea	Schnellstoptaste	Stop momentané	Temporary stop key
Parlante	Lautsprecher	Haut parleur	Loudspeaker
Pausa	Pause	Pause	Pause
Potencia salida	Endstufe	Sortie de puissance	Outputs watts
Rebobinar	Auftaste	Dépannage	Rewind
Rectificador	Gleichrichter	Redresseur	Rectifier
Relación señal-ruido	Ton geräusch ratio	Rapport signal bruit	Signal noise ratio
Reproducir	Wiedergabe	Reproduction	Playback
Respuesta a frecuencias	Frequenzbereich	Bande passante	Frecuency range

INDICE GENERAL

Este libro se terminó de imprimir
en los Talleres Gráficos Talgraf
Talcahuano 638 - Pl. B. "H" - Buenos Aires
en el mes de Julio de 1984